

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут суспільних наук, адміністрування та права

Кафедра екології

УДК 504.06

Пояснювальна записка

до дипломної роботи магістра на тему:

Оцінка впливу біогазового комплексу ТОВ «Персей Енерго» на довкілля

Виконав: студент групи ЕКз-61м
спеціальності 101
“Екологія”
Пристая М.І.

Керівник: доц. Панківський Ю.І.

Рецензент: доц. Марутяк С.Б.
(прізвище та ініціали)


м. Львів – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Факультет _____ СНАП _____
Кафедра _____ екології _____
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ магістр _____
Спеціальність _____ 101 Екологія _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
 д.с.-г.н. проф. Копій Л.І.
" _____ " _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Пристаї Михайлу Івановичу _____

1. Тема роботи Оцінка впливу біогазового комплексу ТОВ «Персей Енерго» на довкілля _____

керівник проекту Панківський Ю.І., к.ф.-м.н., доц.
затверджені наказом університету від " 15 " 12 2025 року № С-971

2. Термін подання студентом роботи 19.12.2025 р. _____

3. Вихідні дані до проекту Технологічний регламент роботи ТОВ «Персей Енерго»; ЗУ «Про оцінку впливу на довкілля»; Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів; Збірник методик розрахунку викидів в атмосферу забруднюючих речовин різними виробництвами; ЗУ «Про управління відходами»; ДБН В.2.5-64:2013. Внутрішній водопровід та каналізація; ДСТУ-Н Б В.1.1-35 Настанова з розрахунку рівнів шуму в приміщеннях і на територіях _____

4. Зміст пояснювальної записки (розділи, які потрібно розробити)

Вступ; 1. Загальні відомості про підприємство»; 2. Характеристика виробничого процесу ТОВ «Персей Енерго». 3. Оцінка впливу виробництва на атмосферне повітря; 4. Оцінка акустичного впливу виробництва на довкілля; 5. Оцінка впливу на водні ресурси; 6. Управління відходами; Висновки; Додатки. _____

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

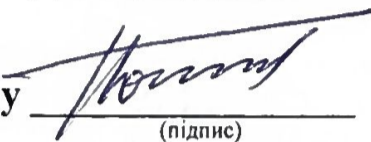
Ситуаційна карта розміщення біогазового комплексу ТОВ «Персей Енерго»; Технологічна схема біогазового комплексу ТОВ «Персей Енерго»; План розміщення джерел викидів комплексу. _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

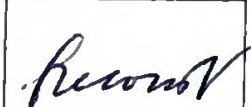

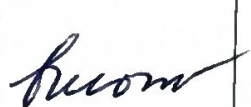
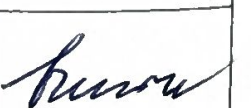
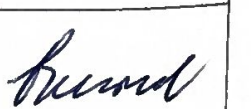

7. Дата видачі завдання 4.08.2025

Керівник проекту

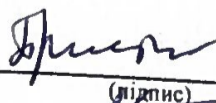

(підпис)

Панківський Ю.І.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальні відомості про ТОВ «Персей Енерго», характеристика виробничого процесу	15.09.25-21.09.25	
2	Оцінка впливу виробництва на атмосферне повітря;	22.09.25-08.10.25	
3	Оцінка акустичного впливу виробництва на довкілля	09.10.25-08.11.25	
4	Оцінка впливу на водні ресурси	09.11.25-15.11.25	
5	Аналіз управління відходами	16.11.25-30.11.25	
6	Оформлення пояснювальної записки	01.12.25-17.12.25	

Студент


(підпис)

Пристая М.І.

Керівник проекту


(підпис)

Панківський Ю.І.

АНОТАЦІЯ

УДК 504.06. Пристая М. І. Оцінка впливу біогазового комплексу ТОВ «Персей Енерго» на довкілля: кваліфікаційна робота магістра: 101 Екологія/ Михайло Іванович Пристая; наук. кер.: Юрій Іванович Панківський; НЛТУ України. – Львів, 2025. – 75 с.

У дипломній роботі проаналізовано технологічний процес біогазового комплексу ТОВ «Персей Енерго» з метою виявлення джерел впливу підприємства на довкілля. Виконано технологічні розрахунки валових викидів забруднюючих речовин від стаціонарних і пересувних джерел підприємства; розраховано приземні концентрації забруднювачів в атмосферному повітрі у зоні впливу підприємства; оцінено акустичний вплив технологічного обладнання; зроблено нормативний розрахунок водопостачання та водовідведення; розраховано кількість відходів від провадження господарської діяльності.

Ключові слова: біогазовий комплекс, оцінка впливу на довкілля, джерела викидів, санітарно-захисна зона, розсіювання викидів забруднюючих речовин, утворення відходів, водоспоживання, шумове навантаження.

SUMMARY

UDK 504.06. Prystaia Mykhailo Environmental impact assessment of the biogas complex of LLC "Persey Energo": Master Diploma Thesis: 101 Ecology/ Anatolii Roshko; scientific supervisor: Yuriy Pankivskyi; UNFU. – Lviv, 2025. – 75 p.

In current Master Thesis the technological process of the biogas complex of LLC "Persey Energo" has been analyzed in order to identify sources of the enterprise's impact on the environment. The pollutant emission rates from stationary and mobile sources of the enterprise have been calculated; the surface concentrations of pollutants in ambient air in the enterprise's impact zone have been calculated; the acoustic impact of technological equipment has been assessed; the amount water consumption and the wastewater effluent have been calculated; the amount of waste generated from economic activity was estimated.

Key words: biogas plant, environmental impact assessment, emission sources, sanitary protection zone, pollutant emission dispersion, waste generation, water consumption, noise pollution.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
Розділ 1. Загальні відомості про підприємство.....	9
Розділ 2. Характеристика виробничого процесу ТОВ «Персей Енерго»...	11
2.1. Анаеробне зброджування.....	11
2.2. Технологічна схема виробництва біогазу.....	12
2.4. Підготовка та використання біогазу.....	15
Розділ 3. Оцінка впливу виробництва на атмосферне повітря.....	17
3.1. Характеристика джерел викидів.....	17
3.2. Розрахунок масових викидів забруднюючих речовин.....	19
3.3. Оцінка величини та масштабів впливу біогазової установки на атмосферу.....	38
Розділ 4. Оцінка акустичного впливу виробництва на довкілля.....	46
4.1. Джерела шумового навантаження на підприємстві.....	46
4.2. Розрахунок рівнів шуму.....	47
Розділ 5. Оцінка впливу на водні ресурси.....	52
5.1. Водопостачання.....	52
5.2. Водовідведення.....	53
Розділ 6. Управління відходами.....	55
6.1. Утворення твердих побутових відходів.....	55
6.2. Виробничі відходи.....	56
Висновки.....	58
Список використаних джерел.....	59
Додатки.....	63

ВСТУП

Одним із перспективних напрямів енергозбереження в діяльності аграрних підприємств є виробництво біогазу, як одного із видів відновлювальних джерел енергії. Біогаз має усі переваги, що властиві природному газу: більш низьку собівартість, легко транспортується газопроводами, згорає без диму, кіптяви й залишку попелу та шлаку.

Провадження господарської діяльності з виробництва альтернативної енергії шляхом анаеробного збродження відходів сільського господарства: тваринництва та рослинництва, дає змогу забезпечити власні тепло- та електропотреби, а також реалізувати надлишок електроенергії в мережі електропостачання.

Екологічний ефект біогазового виробництва полягає у безпечній переробці органічних відходів та побічних продуктів тваринництва, непризначених для споживання людиною, методом зброджування.

Будівництво комплексу з виробництва біогазу та отримання енергії має значний позитивний соціальний ефект: створення нових робочих місць, покращення електропостачання, збільшення відрахувань до місцевого бюджету.

Проте виробництво електроенергії з біогазу, отриманого шляхом анаеробного збродження відходів сільського господарства та тваринництва, як планова діяльність підприємства належить до другої категорії видів діяльності та об'єктів, які можуть мати значний вплив на довкілля та підлягають оцінці впливу на довкілля у відповідності до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля», а саме: установки для промислової утилізації, видалення туш тварин та/або відходів тваринництва [31].

Мета роботи полягає в оцінці впливу комплексу ТОВ «Персей Енерго» з виробництва електроенергії з біогазу на довкілля.

Досягнення мети забезпечувалось виконанням таких завдань:

- проаналізувати технологічний процес біогазового комплексу;

- для визначення впливу комплексу на атмосферне повітря виконати інженерно-технічні розрахунки валових викидів забруднюючих речовин по технологічних операціях;
- оцінити величину і масштаби впливу комплексу на атмосферне повітря;
- оцінити акустичний вплив виробництва на довкілля;
- оцінити вплив підприємства на водні ресурси;
- розрахувати кількість відходів від провадження господарської діяльності.

Отримані у дипломній роботі результати можуть бути використані при організації виробництва біогазу зі сільськогосподарських відходів та виробництва енергії з нього в когенераційних установках аграрних підприємств України.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

Комплекс ТОВ «Персей Енерго» з виробництва електроенергії з біогазу, отриманого шляхом анаеробного збродження відходів сільського господарства та тваринництва розміщений поруч з фермою ВРХ ТОВ «Персей Агро» в селі Чесники, Рогатинського району Івано-Франківської області. Природно-кліматична характеристика району досліджень наведена у Додатку А

Майданчик, де розміщена біогазова установка, запроектований за принципом закритої територіально ізольованої зони, що огорожена.

На Північному Сході на відстані 300 метрів від виробничого знаходиться ферма великої рогатої худоби (ВРХ) ТОВ «Персей Агро», яка і забезпечує сировиною комплекс з виробництва електроенергії з біогазу, відходами сільського господарства та тваринництва. Загальна потужність тваринницької ферми складає 960 голів корів, середній вік поголів'я – 4-5 років.

Виробничий майданчик біогазового комплексу з північної та західної сторін межує з польовими дорогами, з інших сторін – землями сільськогосподарського призначення.

Згідно з вимогами документу [15] нормативна санітарно-захисна зона (СЗЗ) для комплексу з переробки органічних відходів в біогаз, як нового виробництва, встановлена розрахунковим методом розміром 300 м і підтверджена Науковим звітом про результати санітарно-епідеміологічної оцінки Інституту громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМН України [30]. Встановлена СЗЗ витримана. Найближча житлова забудова знаходиться на відстані 302 метри в південному напрямку.



Рис.1.1. Ситуаційна карта розміщення біогазового комплексу ТОВ «Персей Енерго»

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ТОВ «ПЕРСЕЙ ЕНЕРГО»

Виробничий процес на біогазовому комплексі ТОВ «Персей Енерго» складається з двох частин: 1) попередня обробка та зброджування сировини (коров'ячого гною, силосної кукурудзи, цукрового сорго, цукрового буряка, відходів забійних цехів, соломи зернових та ін.) в анаеробних умовах; 2) використання виробленого продукту – біогазу.

2.1. Анаеробне зброджування

На першому етапі бродіння (*стадія гідролізу*) проходить процес біохімічного розщеплення високомолекулярних з'єднань (вуглеводів, жирів, білкових речовини) на низькомолекулярні. На другому етапі (*кислотогенез*), за участі кислотосинетзуючих бактерій, проходить подальше розщеплення субстрату, з появою органічних кислот та солей, а також спиртів, CO_2 та H_2 , а потім H_2S , NH_3 . Остаточний результат анаеробного бродіння отримуємо на третьому етапі процесу – метановому бродінні (*метаногенез*), в якому головну роль відіграють метаносинтезуючі мікроорганізми.

Метаболічна активність та репродуктивна спроможність мікроорганізмів в процесі метанового бродіння знаходиться в функціональній залежності від: температури, рівня рН, інтенсивності перемішування субстрату, наявності інгібіторів в субстраті [33].

Температура впливає на об'єм біогазу, який можна отримати з визначеної кількості органічної сировини протягом обмеженого періоду. Також при різкому підвищенні температури зменшується частка CH_4 у загальному об'ємі біогазу.

Розрізняють два основні режими бродіння: *мезофільний* ($t = 40^\circ - 42^\circ \text{C}$) і *термофільний* ($t = 52^\circ - 54^\circ \text{C}$). Оптимальним з точки зору експлуатації

вважається мезофільний режим. Власне ферментатор біогазового комплексу працює у проточному режимі за мезофільних умов. Період ферментації субстрату складає 42 доби [2].

У процесі дуже важливо витримувати нормовані значення показників концентрації речовин, які впливають на сам процес метанового бродіння.

При зростанні органічних речовин в ферментаторі може виникнути надлишок летких кислот, який знижує рівень активності бактерій-метаногенів. Згідно з експлуатаційними даними оптимальні значення параметрів середовища у ферментаторі комплексу такі: лужність 1500 – 5000 мг CaCO_3 на 1 л субстрату; рН 6,5 – 7,5; вміст летких кислот 600 – 1500 мг на 1 л субстрату.

До речовин, які присутні в великій концентрації і гальмують процес бродіння відносяться важкі метали, нітрати, сульфіди, органічні розчинники, антибіотики, аміак.

2.2. Технологічна схема виробництва біогазу

Як зазначено вище, ферма ВРХ ТОВ «Персей Агро» забезпечує комплекс з виробництва електроенергії з біогазу сировиною відходами сільського господарства та тваринництва.

Технологічна схема виробництва біогазу зображена на рисунку 2.1. Гній великої рогатої худоби вологістю 91 % (у кількості 200 т/добу, 73000 т/рік) за допомогою насоса трубопроводом завантажується до гідроізольованого підземного приймального залізобетонного резервуару внутрішнім діаметром 10 м, висотою 4,0 м, об'ємом 200 м³. У резервуарі субстрат перемішується двома зануреними пропелерними змішувачами [34].

З приймального резервуару гній роторним насосом 4 рази за добу порціями по 50 т подається на насос "Біомікс". Сюди ж 4 рази на добу порціями по 11,5 т подається кукурудзяний силос вологістю 70 % (46 т/добу, 16790 т/рік) із заглиблений бункер об'ємом 50 м³.

Готовий субстрат кількістю 246 т/добу і вологістю 87 % подається в ферментатор, де утримується протягом 21 доби, після чого за допомогою роторного насоса перевантажується у доброжувач, де утримується ще 21 добу.

Ферментатор і доброжувач – це заглиблені в землю залізобетонні резервуари внутрішнім діаметром 28,0 м, висотою 9,0 м та об'ємом 5200 м³. Підземна частина резервуарів заглиблена в землю на 4,0 м. На ній передбачена теплоізоляція пінопластом, а для захисту утеплювача від вологи та гризунів передбачається двошарова гідроізоляція та металевий профільний лист. Зовнішні стіни споруди в надземній частині утепляються теплоізоляційним матеріалом та захищені від атмосферних опадів металевими профільними листами. Для забезпечення оптимальних умов технологічного процесу бродіння передбачаються три електромеханічні змішувачі субстрату.

Біогаз, що виділяється у процесі бродіння накопичується в газгольдерах, які встановлюються над ферментатором і доброжувачем. Біогаз має такий склад:

- метан CH_4 – 55-75 %;
- діоксид вуглецю CO_2 – 21-41 %;
- азот N_2 – 1-3 %;
- водень H_2 – 0,01 – 0,03 %;
- сірководень H_2S – 0-3 %.

Після закінчення стадії бродіння маса вивантажується до підземного залізобетонного резервуару перебродженого субстрату діаметром 8,0 м, висотою 4,0 м та об'ємом 150 м³. У резервуарі встановлений занурюваний насос для подачі відпрацьованого субстрату в кількості 228,22 т/добу на шнековий сепаратор для поділу на тверду (56,1 т/добу) та рідку (172,1 т/добу) фракції. Тверда фракцію (сухі добрива) вивозять на поля, де використовують в якості добрива. Рідка фракція самопливним трубопроводом надходить у лагуну-біоставок (48,0 x 110,0 м, глибиною 6,0 м, об'ємом 31000 м³), що виконана з монолітного залізобетону. Лагуну прояснених стоків (технічної

води) використовують як пожежний резервуар. Для цього поряд влаштовано бетонний майданчик для під'їзду автоцистерн і пожежних машин.

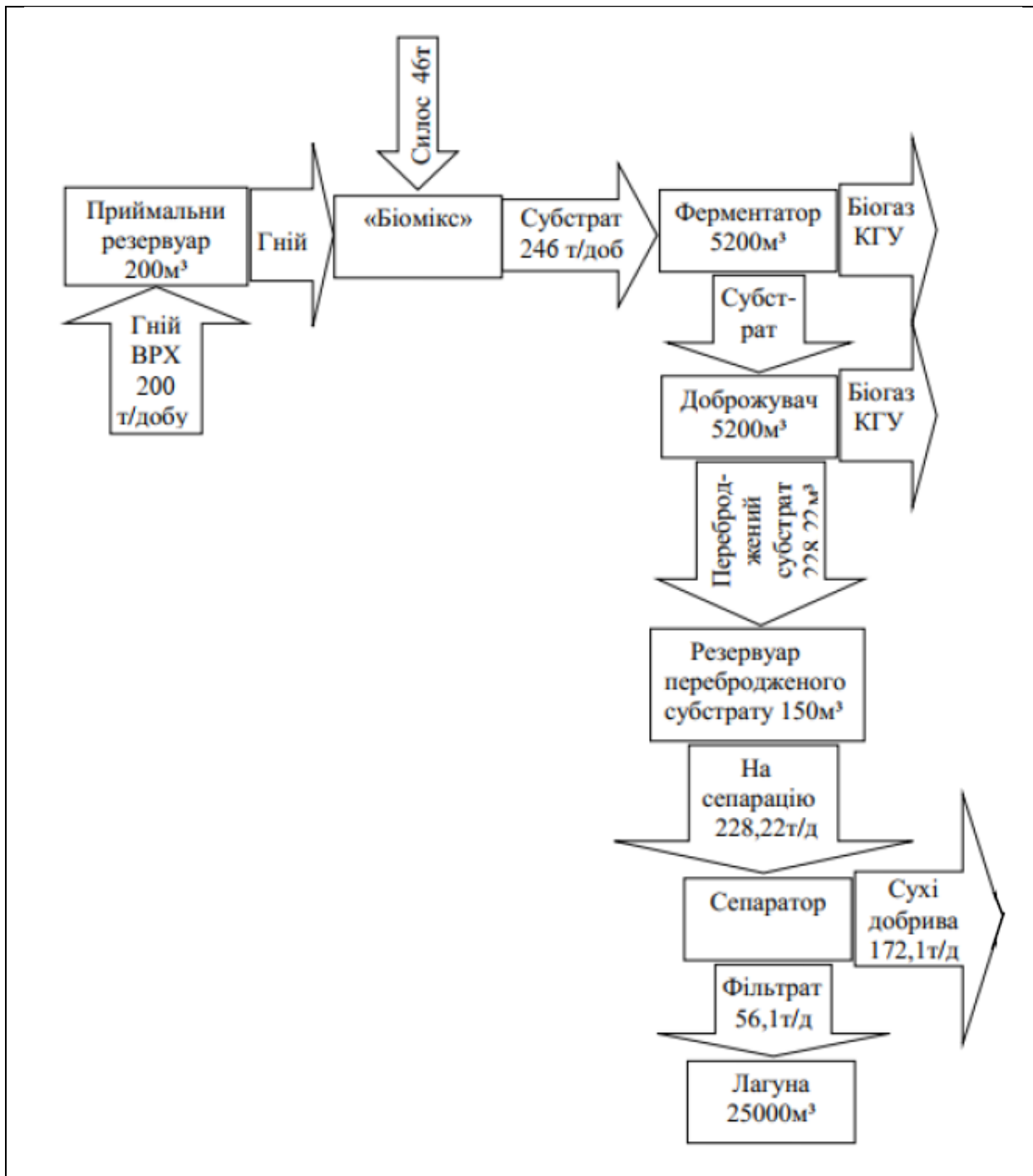


Рис. 2.1. Технологічна схема біогазового комплексу ТОВ «Персей Енерго» [34]

2.4. Підготовка та використання біогазу

Підготовка біогазу до використання включає система біодесульфурації та осушення. Очистка біогазу від сірководню здійснюється в резервуарах методом десульфурації, після чого він подається по трубопроводах до когенераційної установки (КГУ). На шляху транспортування біогаз охолоджується для температури конденсації вологи і в осушеному вигляді потрапляє до КГУ.

Підготовлений біогаз на 60 % складається з метану, на 40 % з CO₂. Концентрація сірководню H₂S в біогазі не перевищує 0,00005%. Нижча робоча температура згоряння підготовленого біогазу складає 21,168 МДж/м³.

Використання біогазу. Біогаз в кількості 14818 м³/добу (5334480 м³/рік) подається в когенераційну установку контейнер JMC 420 GS-V.L електричною вихідною потужністю 1501 кВт·год. та тепловою вихідною потужністю 911 кВт·год [3].

Когенераційна установка змонтована в металевому контейнері розмірами 2,5х12,0 м, в якому знаходиться двигун внутрішнього згорання та генератор електричного струму з шафами управління. На даху контейнера змонтована градирня, теплообмінник відбору тепла з вихлопних газів, проміжний водяний теплообмінник, глушник двигуна [3]. Вироблена електроенергія (13148760 кВт/рік) використовується для потреб комплексу та реалізації в мережі електропостачання. Теплова енергія (7980360 кВт/рік) використовується для технології та потреб замовника.

Загальний вигляд біогазового комплексу показано на рисунку 2.2.



Рис. 2.2. Загальний вигляд біогазового комплексу ТОВ «Персей Енерго»

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВИРОБНИЦТВА НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

3.1. Характеристика джерел викидів

На виробничому майданчику комплексу з виробництва електроенергії з біогазу, отриманого шляхом анаеробного збродження відходів сільського господарства та тваринництва розміщено вісім стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря (з них 6 організованих) та одне пересувне (рис. 3.1), а саме:

Джерело № 1 – труба приймального резервуару (приймання та подачі гною);

Джерело № 2 – клапан безпеки газгольдера ферментатора (залповий викид);

Джерело № 3 – клапан безпеки газгольдера дображувача (залповий викид);

Джерело № 4 – труба когенераційної установки;

Джерело № 5 – пальник факельної установки;

Джерело № 6 – люк резервуара перебродженого субстрату;

Джерела № 7 – лагуна прояснених стоків;

Джерела № 8 – ділянка сепарації;

Джерела № 9 – автотранспортувач.

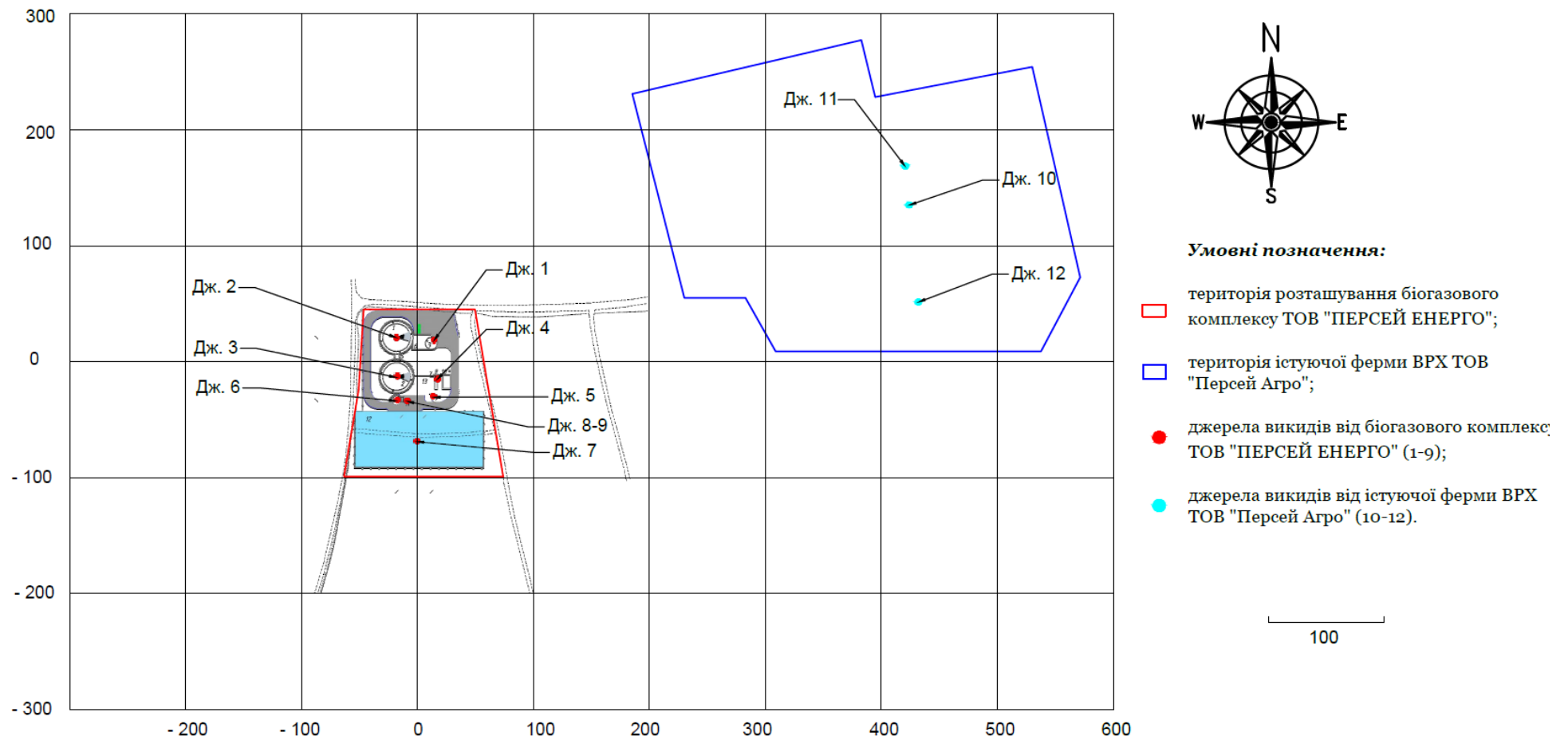


Рис. 3.1. План розміщення джерел викидів комплексу з виробництва електроенергії з біогазу, отриманого шляхом анаеробного збродження відходів сільського господарства та тваринництва ТОВ «Персей Енерго»

3.2. Розрахунок масових викидів забруднюючих речовин

Викиди з труби приймального резервуару приймання та подачі гною (джерело № 1, організоване).

Приймальний резервуар гною заглибленого типу призначений для накопичення розрахункового припливу гною. В резервуарі встановлені два пропелерні занурювальні змішувачі для усереднення складу гною шляхом перемішування субстрату. Технологічні отвори для обслуговування міксерів та отвір для завантаження субстрату процесі роботи приймальної камери щільно закриваються люками.

У ході усереднення субстрату в приймальній камері виділяються сірководень (H_2S) та аміак (NH_3). При цьому, виділень вибухо- та пожежонебезпечного газу метану (CH_4) не зафіксовано. Очевидно, через незначну тривалість утримання гною в приймальній камері та низький рівень неконтрольованих температур, що не дає можливості розвитку метаноутворюючих бактерій.

При новому заповненні резервуару гноем газу, що знаходились у камері, витісняються і викидаються в атмосферу через трубу для вентиляції діаметром 200 мм.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин виконано згідно з методикою [4].

Вихідні дані для розрахунку приймаємо згідно з [4]:

- концентрація аміаку 0,15-1,25 мг/м³;
- концентрація сірководню 0,6-72 мг/м³;
- швидкість виходу газоповітряної суміші – 0,5 м/с;
- площа перерізу устя викидної труби – 0,031 м².

Викиди аміаку. Об'ємна витрата аміаку дорівнює:

$$V(NH_3)=0,031\text{м}^2\cdot 0,5\text{ м/с} = 0,016\text{ м}^3/\text{с}.$$

Потужність викиду аміаку дорівнює:

$$M(NH_3) = 1,25 \text{ мг/м}^3 \cdot 0,016 \text{ м}^3/\text{с} : 1000 = 0,00002 \text{ г/с.}$$

Валові викиди аміаку розраховуємо з врахуванням фонду робочого часу камери за рік:

$$M(NH_3) = 0,00002 \text{ г/с} : 1000 \cdot 3600 \text{ с.} = 0,000072 \text{ кг/год};$$

$$M(NH_3) = 0,000072 \text{ кг/год} \cdot 8760 \text{ год} : 1000 = 0,000631 \text{ т/рік.}$$

Викиди сірководню. Об'ємна витрата сірководню дорівнює:

$$V(H_2S) = 0,031 \text{ м}^2 \cdot 0,5 \text{ м/с} = 0,016 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Потужність викиду сірководню дорівнює:

$$M(H_2S) = 72 \text{ мг/м}^3 \cdot 0,016 \text{ м}^3/\text{с} : 1000 = 0,001152 \text{ г/с.}$$

Валові викиди сірководню розраховуємо з врахуванням фонду робочого часу камери за рік:

$$M(H_2S) = 0,001152 \text{ г/с} : 1000 \cdot 3600 \text{ с.} = 0,0041472 \text{ кг/год};$$

$$M(H_2S) = 0,0041472 \text{ кг/год} \cdot 8760 \text{ год} : 1000 = 0,036329 \text{ т/рік.}$$

Викиди з клапана безпеки газгольдера ферментатора (джерело № 2, організоване). Викиди забруднюючих речовин з клапану безпеки газгольдера ферментатора передбачені лише у разі аварійної ситуації [8].

Максимальний проектний об'єм потоку відхідних газів з клапана безпеки становить - 900 м³ /год. Швидкість виходу потоку - 15 м³/хв.

Максимальний час спрацювання клапану в разі аварійної ситуації становить 10 хв./рік (0,16 год./рік), загальний об'єм викиду біогазу за рік відповідно дорівнюватиме 150 м³.

Розрахунок валових викидів при аварійному спрацюванні клапану безпеки біореактора базується на процентному співвідношенні складових компонентів біогазу:

N₂ – 1 % від загального об'єму викиду біогазу, що відповідно дорівнює 1,5 м³/рік;

CO₂ – 33,995 % - 51 м³/рік;

CH₄ – 65 % - 97,5 м³/рік;

O₂ – 0,0027 % - 0,00405 м³/рік;

H₂ – 0,002 % - 0,003 м³/рік;

H₂S – 0,0003 % - 0,00045 м³/рік.

Азот. Густина газу 1,2505 кг/ м³. Валовий викид дорівнює:

$$M_{N_2} = 1,5 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot 1,2505 \text{ кг/м}^3 = 1,87575 \text{ кг/рік} = 0,00187575 \text{ т/рік}.$$

Потужність викиду:

$$V_{N_2} = 0,00187575 \text{ т/рік} : 0,16 \text{ год/рік} \cdot 1000 = 11,7234375 \text{ кг/год};$$

$$N_{N_2} = 11,7234375 \text{ кг/год} \cdot 1000 : 3600 = 3,3 \text{ г/с}.$$

Діоксид вуглецю. Густина газу 1,9768 кг/ м³. Валовий викид дорівнює:

$$M_{CO_2} = 51 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot 1,9768 \text{ кг/м}^3 = 100,8168 \text{ кг/рік} = 0,1 \text{ т/рік}.$$

Потужність викиду:

$$V_{CO_2} = 0,1 \text{ т/рік} : 0,16 \text{ год/рік} \cdot 1000 = 630,012 \text{ кг/год};$$

$$N_{CO_2} = 630,012 \text{ кг/год} \cdot 1000 : 3600 = 175,003 \text{ г/с}.$$

Метан. Густина газу 0,7168 кг/ м³. Валовий викид дорівнює:

$$M_{CH_4} = 97,5 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot 0,7168 \text{ кг/ м}^3 = 69,88 \text{ кг/рік} = 0,06988 \text{ т/рік}.$$

Потужність викиду:

$$V_{\text{CH}_4} = 0,06978 \text{ т/рік} : 0,16 \text{ год/рік} \cdot 1000 = 436,8 \text{ кг/год.};$$

$$N_{\text{CH}_4} = 436,125 \text{ кг/год} \cdot 1000 : 3600 = 121,3 \text{ г/с.}$$

Кисень. Густина газу 1,42904 кг/м³. Валовий викид дорівнює:

$$M_{\text{O}_2} = 0,00405 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot 1,42904 \text{ кг/м}^3 = 0,0059 \text{ кг/рік} = 5,9 \times 10^{-6} \text{ т/рік}$$

Потужність викиду відповідно дорівнює:

$$V_{\text{O}_2} = 5,9 \times 10^{-6} \text{ т/рік} : 0,16 \text{ год./рік} \cdot 1000 = 0,0362 \text{ кг/год.};$$

$$N_{\text{O}_2} = 0,0362 \text{ кг/год.} \cdot 1000 : 3600 = 0,01 \text{ г/с.}$$

Водень. Густина газу 0,08987 кг/м³. Валовий викид дорівнює:

$$M_{\text{H}_2} = 0,003 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot 0,08987 \text{ кг/м}^3 = 0,000267 \text{ кг/рік} = 2,7 \times 10^{-7} \text{ т/рік.}$$

Потужність викиду становить:

$$V_{\text{H}_2} = 2,7 \times 10^{-7} \text{ т/рік} : 0,16 \text{ год./рік} \cdot 1000 = 0,00169 \text{ кг/год.};$$

$$N_{\text{H}_2} = 0,894 \text{ кг/год.} \cdot 1000 : 3600 = 0,0005 \text{ г/с.}$$

Сірководень. Густина газу 1,5392 кг/ м³. Валовий викид становить:

$$M_{\text{H}_2\text{S}} = 0,00045 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot 1,5392 \text{ кг/м}^3 = 0,0007 \text{ кг/рік} = 7 \times 10^{-7} \text{ т/рік.}$$

Потужність викиду :

$$V_{\text{H}_2\text{S}} = 7 \times 10^{-7} \text{ т/рік} : 0,16 \text{ год./рік} \cdot 1000 = 0,0043 \text{ кг/год.};$$

$$N_{\text{H}_2\text{S}} = 14,375 \text{ кг/год.} \cdot 1000 : 3600 = 0,0012 \text{ г/с.}$$

Розраховані значення викидів забруднюючих речовин з джерела занесемо у таблицю 3.1.

Таблиця 3.1

Викиди забруднюючих речовин з клапана газгольдера ферментатора

Забруднююча речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Азот	3,3	0,00187575
Діоксид вуглецю	175,003	0,1
Метан	121,3	0,06988
Водень	0,0005	$2,7 \times 10^{-7}$
Сірководень	0,0012	7×10^{-7}

Викиди з клапана безпеки газгольдера доброджувача (джерело № 3, організоване). Викиди забруднюючих речовин з клапану безпеки газгольдера доброджувача передбачені лише у разі аварійної ситуації [8].

Максимальний проектний об'єм потоку відхідних газів з клапана безпеки становить - 900 м³/год. Швидкість виходу потоку - 15 м³/хв.

Максимальний час спрацювання клапану в разі аварійної ситуації становить 10 хв./рік (0,16 год./рік), загальний об'єм викиду біогазу за рік відповідно дорівнюватиме 150 м³.

Розрахунок валових викидів при аварійному спрацювання клапану безпеки біореактора базується на процентному співвідношенні складових компонентів біогазу:

N₂ – 1 % від загального об'єму викиду біогазу, що відповідно дорівнює 1,5 м³/рік;

CO₂ – 33,995 % - 51 м³/рік;

CH₄ – 65 % - 97,5 м³/рік;

O₂ – 0,0027 % - 0,00405 м³/рік;

$H_2 - 0,002\% - 0,003 \text{ м}^3/\text{рік};$

$H_2S - 0,0003\% - 0,00045 \text{ м}^3/\text{рік}.$

Азот. Густина газу $1,2505 \text{ кг/ м}^3$. Валовий викид дорівнює:

$$M_{N_2} = 15 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot 1,2505 \text{ кг/м}^3 = 1,87575 \text{ кг/рік} = 0,00187575 \text{ т/рік}.$$

Потужність викиду:

$$V_{N_2} = 0,00187575 \text{ т/рік} : 0,16 \text{ год/рік} \cdot 1000 = 11,7234375 \text{ кг/год};$$

$$N_{N_2} = 11,7234375 \text{ кг/год} \cdot 1000 : 3600 = 3,3 \text{ г/с}.$$

Діоксид вуглецю. Густина газу $1,9768 \text{ кг/ м}^3$. Валовий викид дорівнює:

$$M_{CO_2} = 51 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot 1,9768 \text{ кг/м}^3 = 100,8168 \text{ кг/рік} = 0,1 \text{ т/рік}.$$

Потужність викиду:

$$V_{CO_2} = 0,1 \text{ т/рік} : 0,16 \text{ год/рік} \cdot 1000 = 630,012 \text{ кг/год};$$

$$N_{CO_2} = 630,012 \text{ кг/год} \cdot 1000 : 3600 = 175,003 \text{ г/с}.$$

Метан. Густина газу $0,7168 \text{ кг/ м}^3$. Валовий викид дорівнює:

$$M_{CH_4} = 97,5 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot 0,7168 \text{ кг/ м}^3 = 69,88 \text{ кг/рік} = 0,06988 \text{ т/рік}.$$

Потужність викиду:

$$V_{CH_4} = 0,06978 \text{ т/рік} : 0,16 \text{ год/рік} \cdot 1000 = 436,8 \text{ кг/год};$$

$$N_{CH_4} = 436,125 \text{ кг/год} \cdot 1000 : 3600 = 121,3 \text{ г/с}.$$

Кисень. Густина газу $1,42904 \text{ кг/м}^3$. Валовий викид дорівнює:

$$M_{O_2} = 0,00405 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot 1,42904 \text{ кг/м}^3 = 0,0059 \text{ кг/рік} = 5,9 \times 10^{-6} \text{ т/рік}$$

Потужність викиду відповідно дорівнює:

$$V_{O_2} = 5,9 \times 10^{-6} \text{ т/рік} : 0,16 \text{ год./рік} \cdot 1000 = 0,0362 \text{ кг/год};$$

$$N_{O_2} = 0,0362 \text{ кг/год.} \cdot 1000 : 3600 = 0,01 \text{ г/с.}$$

Водень. Густина газу 0,08987 кг/м³. Валовий викид дорівнює:

$$M_{H_2} = 0,003 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot 0,08987 \text{ кг/м}^3 = 0,000267 \text{ кг/рік} = 2,7 \times 10^{-7} \text{ т/рік.}$$

Потужність викиду становить:

$$V_{H_2} = 2,7 \times 10^{-7} \text{ т/рік} : 0,16 \text{ год./рік} \cdot 1000 = 0,00169 \text{ кг/год.};$$

$$N_{H_2} = 0,894 \text{ кг/год.} \cdot 1000 : 3600 = 0,0005 \text{ г/с.}$$

Сірководень. Густина газу 1,5392 кг/ м³. Валовий викид становить:

$$M_{H_2S} = 0,00045 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot 1,5392 \text{ кг/м}^3 = 0,0007 \text{ кг/рік} = 7 \times 10^{-7} \text{ т/рік.}$$

Потужність викиду :

$$V_{H_2S} = 7 \times 10^{-7} \text{ т/рік} : 0,16 \text{ год./рік} \cdot 1000 = 0,0043 \text{ кг/год.};$$

$$N_{H_2S} = 14,375 \text{ кг/год.} \cdot 1000 : 3600 = 0,0012 \text{ г/с.}$$

Розраховані значення викидів забруднюючих речовин з джерела занесемо у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2

Викиди забруднюючих речовин з клапана газгольдера доброджувача

Забруднююча речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
Азот	3,3	0,00187575
Діоксид вуглецю	175,003	0,1
Метан	121,3	0,06988
Водень	0,0005	$2,7 \times 10^{-7}$
Сірководень	0,0012	7×10^{-7}

Викиди з труби когенераційної установки (джерело № 4, організоване). Викиди від когенераційної установки розраховані згідно з паспортними характеристиками обладнання [3]. В когенераційній установці паливом є біогаз. Характеристика палива (біогазу) наведена у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Склад палива, %

Паливо	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	CO ₂	N ₂	H ₂ S	Q_{id} , МДж/м ³	ρ_n , кг/м ³
Біогаз	60	0	0	0	0	40	0	0,0005	21,168	1,156

Розрахунок викидів в атмосферу забруднюючих речовин від енергетичної установки виконували за методикою [1, 5].

Спочатку визначимо питому маса кожного індивідуального газу в сухому паливі визначається за формулами:

$$m(\text{CH}_4) = 0,716 \cdot 01,0 (\text{CH}_4)_v = 0,716 \cdot 01,0 \cdot 60 = 0,4296 \text{ (кг/м}^3\text{)};$$

$$m(\text{H}_2\text{S}) = 1,521 \cdot 01,0 (\text{H}_2\text{S})_v = 1,521 \cdot 01,0 \cdot 0,0005 = 0,00001 \text{ (кг/м}^3\text{)};$$

$$m(\text{CO}_2) = 1,964 \cdot 01,0 (\text{CO}_2)_v = 1,964 \cdot 01,0 \cdot 40 = 0,7856 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

Густина сухого газоподібного палива ρ_n при нормальних умовах, кг/м³ визначаємо як суму питомих мас індивідуальних газів, які входять до складу палива:

$$\rho_n = 0,4296 + 0,00001 + 0,7856 = 1,215 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

Масовий елементний склад сухого газоподібного палива визначаємо за формулами:

$$C^{daf} = \frac{100}{\rho_H} \left(\sum \frac{12p}{12p+q} m_{C_{p,H_q}} + 0,429m_{CO} + 0,273m_{CO_2} \right)$$

$$C^{daf} = \frac{100}{1,215} (0,749 \cdot 0,4296 + 0,273 \cdot 0,7856) = 44,135$$

$$H^{daf} = \frac{100}{\rho_H} \left(\sum \frac{q}{12p+q} m_{C_{p,H_q}} + 0,059m_{H_2S} \right) = \frac{100}{1,215} (0,251 \cdot 0,4296 + 0,059 \cdot 0,00001) = 8,875$$

$$S^{daf} = \frac{100}{\rho_H} (0,941m_{H_2S}) = \frac{100}{1,215} (0,941 \cdot 0,00001) = 0,001$$

$$O^{daf} = \frac{100}{\rho_H} (0,571m_{CO} + 0,727m_{CO_2}) = \frac{100}{1,215} (0,571 \cdot 0,4296 + 0,727 \cdot 0,7856) = 47,007$$

де

C^{daf} - масовий вміст вуглецю в паливі на горючу масу, %;

H^{daf} - масовий вміст водню в паливі на горючу масу, %;

S^{daf} - масовий вміст сірки в паливі на горючу масу, %;

O^{daf} - масовий вміст кисню в паливі на горючу масу, %;

ρ_H - густина сухого газоподібного палива, кг/нм³.

Масова нижча теплота згоряння дорівнює:

$$Q_i^r = Q_i^{daf} = \frac{Q_{iv}^{daf}}{\rho_H} = \frac{21,168}{1,156} = 18,31 \text{ (МДж/кг)}.$$

Масова витрата біогазу дорівнює:

$$B = B_v \times \rho_H = 544,3 \cdot 1,156 = 629,2 \text{ (кг/год.)} = 174,8 \text{ (г/с)};$$

$$B = B_v \cdot \rho_H = 5408570 \cdot 1,156 = 6252307 \text{ (кг/рік)} = 6252,307 \text{ (т/рік)}.$$

Питомий об'єм сухих димових газів, які утворюються під час повного згоряння палива, визначається на підставі даних про масовий елементний склад робочої маси палива та витрати повітря для його спалювання відповідно до стехіометричних співвідношень між паливом та повітрям.

Загальна формула визначення питомого об'єму сухих димових газів при нормальних умовах ($O_2=5\%$) має вигляд:

$$v_{\text{др}} = \frac{1,3125}{100} \cdot [4,762 \cdot (1,866 \cdot \varepsilon_c \cdot C^r + 0,7 \cdot S^r) + 0,8 \cdot N^r + 3,762 \cdot (5,56 \cdot H^r - 0,7 \cdot O^r)]. \quad (3.1)$$

Питомий обсяг сухих димових газів ($O_2=5\%$) при спалюванні біогазу складе:

$$v_{\text{др}} = \frac{1,3125}{100} \cdot [4,762 \cdot (1,866 \cdot 0,995 \cdot 44,135 + 0,7 \cdot 0,001) + 0,8 \cdot 0,00 + 3,762 \cdot (5,56 \cdot 8,875 - 0,7 \cdot 47,007)]$$

$$v_{\text{др}} = \frac{1,3125}{100} \cdot 452 = 5,9$$

Валовий викид j -ого забруднюючої речовини E_j , т, який викидається в атмосферу з димовими газами енергетичної установки за проміжок часу P , визначається як сума валових викидів цієї речовини під час спалювання різних видів палива, в тому числі під час їхнього одночасного спалювання:

$$E_j = \sum_i E_{ji} = 10^{-6} \sum_i k_{ji} B_i (Q_i^r)_i, \quad (3.2)$$

де

E_{ji} - валовий викид j -ого забруднюючої речовини під час спалювання i -го палива за проміжок часу P , т;

k_{ji} - показник емісії j -ого забруднюючої речовини для i -го палива, г/ГДж;

B_i - витрата i -го палива за проміжок часу P , т;

$(Q_i^r)_i$ - нижча робоча теплота згоряння i -го палива, МДж/кг.

Викид оксидів азоту. Під час спалювання органічного палива утворюються оксиди азоту NO_2 (оксид азоту NO і діоксид азоту NO_2), викиди яких визначаються в перерахунку на NO_2 .

З огляду на наявність даних щодо концентрації оксидів азоту NO_x в димових газах ($<500 \text{ мг/нм}^3$ при $\text{O}_2=5\%$) визначаємо специфічний показник емісії оксиду вуглецю за формулою:

$$k_{\text{NO}_x} = \frac{C_{\text{NO}_x} \cdot v_{\text{дг}}}{Q_i^r} \quad (3.3)$$

де

C_{NO_x} - масова концентрація оксидів азоту в сухих димових газах, приведена до нормальних умов і стандартного вмісту кисню, мг/нм^3 ;

$v_{\text{дг}}$ - питомий об'єм сухих димових газів, приведений до стандартного вмісту кисню, $\text{нм}^3/\text{кг}$;

Q_i^r - нижня робоча теплота згоряння палива, МДж/кг .

Специфічний показник емісії оксидів азоту складає:

$$k_{\text{NO}_x} = \frac{500 \cdot 5,9}{18,31} = 161,1 \text{ г/ГДж}$$

Тоді викиди NO_x дорівнюватимуть:

$$E_{\text{NO}_x}^{z/c} = 10^{-6} \cdot 174,8 \cdot 161,1 \cdot 18,31 = 0,516$$

$$E_{\text{NO}_x}^{m/pk} = 10^{-6} \cdot 6252,307 \cdot 161,1 \cdot 18,31 = 18,443$$

Викид діоксиду сірки. Показник емісії k_{SO_2} , г/ГДж , оксидів сірки SO_2 та SO_3 , у перерахунку на діоксид сірки SO_2 , які надходять у атмосферу з димовими газами, є специфічним і розраховується за формулою:

$$k_{\text{SO}_2} = \frac{10^6}{Q_i^r} \frac{2S^r}{100} (1 - \eta_I)(1 - \eta_{II}\beta), \quad (3.4)$$

де

Q_i^r - нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг ;

S^r - вміст сірки в паливі на робочу масу за проміжок часу P , %;

η_I - ефективність зв'язування сірки золою або сорбентом у енергетичній установці;

η_{II} - ефективність очистки димових газів від оксидів сірки

β - коефіцієнт роботи сірко очисної установки.

Показник емісії оксидів сірки складе:

$$k_{SO_2} = \frac{10^6}{18,31} \frac{2 \cdot 0,001}{100} (1-0)(1-0) = 1,1 \text{ г/ГДж} \quad (3.5)$$

Відповідно викиди SO_2 дорівнюють:

$$E_{SO_2}^{z/c} = 10^{-6} \cdot 174,8 \cdot 1,1 \cdot 18,31 = 0,004 \text{ г/с}$$

$$E_{SO_2}^{ml \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 6252,307 \cdot 1,1 \cdot 18,31 = 0,126 \text{ т/рік}$$

Викид оксиду вуглецю. Показник емісії оксиду вуглецю k_{CO} , г/ГДж, при спалюванні газоподібного палива складає 17 г/ГДж.

Викиди CO складуть:

$$E_{CO}^{z/c} = 10^{-6} \cdot 174,8 \cdot 17 \cdot 18,31 = 0,054 \text{ г/с}$$

$$E_{CO}^{ml \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 6252,307 \cdot 17 \cdot 18,31 = 1,946 \text{ т/рік}$$

Валовий викид метану. Показник емісії метану k_{CH_4} під час спалювання газу складає 1,0 г/ГДж.

Викиди CH_4 дорівнюють:

$$E_{CH_4}^{z/c} = 10^{-6} \cdot 174,8 \cdot 1 \cdot 18,31 = 0,003 \text{ г/с}$$

$$E_{CH_4}^{ml \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 6252,307 \cdot 1 \cdot 18,31 = 0,115 \text{ г/с}$$

Викид оксиду діазоту. Значення узагальненого показника емісії N_2O залежить від виду палива, потужності установки і технології $K_{N_2O} = 2,0$ г/ГДж.

Відповідно масові викиди дорівнюють:

$$E_{N_2O}^{ml \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 6252,307 \cdot 2 \cdot 26,64 = 0,229 \text{ т/рік}$$

Викид діоксиду вуглецю. Показник емісії K_{CO_2} , г/ГДж, під час спалювання органічного палива визначається за формулою:

$$K_{CO_2} = \frac{44}{12} \cdot \frac{C^r}{100} \cdot \frac{10^6}{Q_i^r} \cdot \varepsilon_c, \text{ г/ГДж} \quad (3.6)$$

де

C^r – масовий вміст вуглецю в паливі на робочу масу, %;

Q_i^r – нижня теплота згоряння палива, МДж/кг

ε_c – ступінь окислення вуглецевого палива, для газу 0,995;

Для вуглецю $C^r = 44,135\%$; $Q_i^r = 18,31$ МДж/кг.

Відповідно розраховуємо показник емісії вуглекислого газу при спалюванні біогазу та його валові викиди від роботи установки:

$$K_{CO_2} = \frac{44}{12} * \frac{44,135}{100} * \frac{10^6}{18,31} * 0,995 = 87941 \text{ г/ГДж}$$

$$E_{CO_2}^{m/pik} = 10^{-6} \cdot 6252,307 \cdot 87941 \cdot 18,31 = 10067,463 \text{ т/рік}$$

Отримані результати розрахунків масових викидів забруднюючих речовин від роботи когенераційної установки занесемо у таблицю 3.4.

Таблиця 3.4

Масові викиди забруднюючих речовин від роботи когенераційної установки

№ з/п	Забруднююча речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
1	Азоту діоксид	0,516	18,443
2	Діоксид сірки	0,004	0,126
3	Вуглецю оксид	0,054	1,946
4	Метан	0,03	0,115
5	Оксид діазоту		0,229
6	Діоксид вуглецю		10067,463

Викиди від пальника факельної установки (джерело № 5, організоване).

З метою запобігання викиду біогазу в атмосферне повітря під час припинення роботи когенераційної установки (ремонт обладнання або невідповідність характеристик біогазу) на промисловому майданчику біогазової установки встановлено пальник для знищення профіциту біогазу.

Розрахунок валового викиду забруднюючих речовин для відкритого горіння виконано згідно з методикою [25].

Максимальний час роботи факельної установки – 40 год/рік;

Максимальна річна витрата біогазу - 21772 м³/рік (544,3 м³/год.);

Масова річна витрата палива дорівнює:

$$B = B_v \times \rho_n = 21772 \times \frac{1,215}{1000} = 26,453 \left(\frac{\text{т}}{\text{рік}} \right).$$

Оксид вуглецю. Питомий викид становить 0,25 кг оксиду вуглецю на 1 кг спалюваного газу. З огляду на це масові викиди дорівнюють:

$$26453 \text{ кг/рік} \cdot 0,25 \text{ кг} = 6613,6 \text{ кг/рік} = 6,61 \text{ т/рік};$$

$$6,61 \cdot 1000 / 40 = 165,25 \text{ кг/год.};$$

$$165,25 \cdot 1000/3600 = 45,90 \text{ г/с.}$$

Оксид азоту. Питомий викид становить 0,002 кг оксиду вуглецю на 1 кг спалюваного газу. З огляду на це масові викиди дорівнюють:

$$26453 \text{ кг/рік} \cdot 0,002 \text{ кг} = 52,906 \text{ кг/рік} = 0,05291 \text{ т/рік};$$

$$0,05291 \cdot 1000 / 40 = 1,32 \text{ кг/год.};$$

$$1,32 \cdot 1000/3600 = 0,367 \text{ г/с.}$$

Сажа. Питомий викид становить 0,03 кг [26] сажі на 1 кг спалюваного газу. З огляду на це масові викиди дорівнюють:

$$26453 \text{ кг/рік} \cdot 0,03 \text{ кг} = 793,59 \text{ кг/рік} = 0,794 \text{ т/рік};$$

$$0,794 \cdot 1000 / 40 = 19,84 \text{ кг/год.};$$

$$19,84 \cdot 1000 / 3600 = 5,511 \text{ г/с.}$$

Вуглеводні. Питомий викид становить 0,03 кг вуглеводнів на 1 кг спалюваного газу. З огляду на це масові викиди дорівнюють:

$$26453 \text{ кг/рік} \cdot 0,03 \text{ кг} = 793,59 \text{ кг/рік} = 0,794 \text{ т/рік};$$

$$0,794 \cdot 1000 / 40 = 19,84 \text{ кг/год.};$$

$$19,84 \cdot 1000 / 3600 = 5,511 \text{ г/с.}$$

Сірководень. Питомий викид становить:

$$1,88 \cdot 0,0005 \cdot 0,01 = 9,4 \cdot 10^{-6} \text{ кг сірководню на 1 кг спалюваного газу. З}$$

огляду на це, масові викиди дорівнюють:

$$26453 \text{ кг/рік} \cdot 9,4 \cdot 10^{-6} \text{ кг} = 0,25 \text{ кг/рік} = 0,00025 \text{ т/рік};$$

$$0,00025 \cdot 1000 / 40 = 0,0062 \text{ кг/год.};$$

$$0,0062 \cdot 1000 / 3600 = 0,00173 \text{ г/с.}$$

Діоксид вуглецю. Показник емісії вуглекислого газу розраховали за формулою (3.6):

$$K_{CO_2} = \frac{44}{12} * \frac{44,135}{100} * \frac{10^6}{18,31} * 0,995 = 87941 \text{ г/ГДж}$$

Тоді валові викиди за формулою (3.2) дорівнюють:

$$E_{CO_2} = 10^{-6} \times 26,453 \times 87941 \times 18,31 = 42,595 \text{ (т/рік).}$$

Результати розрахунків масових викидів забруднюючих речовин від факельної установки занесемо у таблицю 3.5

Таблиця 3.5

Викиди факельної установки

№ з/п	Забруднююча речовина	Потужність викиду, г/с	Валові викиди, т/рік
1	Вуглецю оксид	45,9	6,61
2	Азоту оксид	0,367	0,05291
3	Сажа	5,511	0,794
4	Вуглеводні	5,511	0,794
5	Сірководень	0,00173	0,00025
6	Діоксид вуглецю	295,799	42,595

Викиди з люка резервуара перебродженого субстрату (Джерело №6, організоване). Сепаратор в системі обробки відходів виконує функцію розділення перебродженої маси на тверду та рідку фракції. Після розділення в сепараторі, рідка фракція перебродженої маси самопливом по трубопроводу потрапляє в зовнішню заглиблену залізобетонну ємність – лагуну об'ємом 31000 м³. Під час бродіння метилмеркаптан повністю розкладається, мікроорганізми гинуть, а в резервуарі переробленого субстрату накопичуються сірководень (H₂S) та аміаку (NH₃). Розрахунок їхніх викидів виконано відповідно до вимог документу [4, 27].

Вихідні дані для розрахунку:

- Швидкість виходу пило газоповітряної суміші – 0,5 м/с;
- Площа перерізу люка обслуговування – 0,28 м²;
- Час обслуговування резервуару переробленого субстрату – 24 год./рік;
- Кількість ВРХ – 1200 голів;
- Середня вага ВРХ – 400 кг;
- Питомий викид аміаку 0,00000023 г/с на 1 ц живої маси;
- Питомий викид сірководню 0,0000003 г/с на 1 ц живої маси.

У результаті розрахунків отримуємо такі значення викидів (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Викиди шкідливих речовин з люка резервуара перебродженого субстрату

Забруднююча речовина	г/с	кг/год.	т/рік
Аміак	0,001104	0,0039744	0,0000954
Сірководень	0,00144	0,005184	0,0001244

Викиди з лагуни прояснених стоків (джерело № 7, площинне, неорганізоване). Враховуючи той факт, що під час бродіння метил меркаптан повністю розкладається, мікроорганізми гинуть, а аміак розкладається не менш ніж на 97% приймаємо, що з лагуни виділяється лише аміак у кількості,

що не перевищує 3% його викиду як для гноєсховищ. Розрахунок викидів аміаку виконували згідно з [27]. Згідно з цим документом усереднене за рік значення питомих викидів аміаку безпосередньо від гноєсховища становить 500×10^{-6} г/с на 1 ц живої маси. Тоді масові викиди дорівнюють:

$$M = 0,03 \cdot 500 \cdot 8000 \cdot 10^{-6} = 0,120 \text{ г/с};$$

$$M = 0,120 \cdot 8760 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 3,784 \text{ т/рік}.$$

Викиди від ділянки сепарації (джерело № 8, площинне, неорганізоване). Переробка відходів завершується подачею рідкої фракції перебродженої маси на сепаратор, звідки рідка фракція направляється лагуну, а тверда фракція накопичується на ділянці сепарації. Цю масу потім навантажують автотранспортом та періодично вивозять автомобільним транспортом в поле, де вносять у ґрунт як органічне сухе біодобриво.

Вихідні дані для розрахунку:

- Швидкість виходу пилогазової суміші – 0,2 м/с;
- Площа перерізу горловини резервуару секції силоса сховища – 1,13 м²;
- Час експлуатації ділянки сепарації – 8760 год/рік;
- Кількість ВРХ – 960 голів;
- Середня вага ВРХ – 400 кг.
- Питомий викид аміаку 0,0000001 г/с на 1 ц живої маси;
- Питомий викид сірководню 0,00000112 г/с на 1 ц живої маси.

У результаті розрахунків згідно з [24] отримаємо такі значення викидів (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Викиди шкідливих речовин з ділянки сепарації

Забруднююча речовина	г/с	кг/год.	т/рік
Аміак	0,004	$8,64 \times 10^{-9}$	0,0000001
Сірководень	0,0043	$9,6768 \times 10^{-7}$	0,0000085

Викиди автотранспорту (джерело № 9, пересувне). Для забезпечення технологічного процесу використовують автотранспорт. Режим роботи – однозмінний, 365 робочих днів на рік. Витрата палива складає 5,4 л/год. (4,6 кг/год.), річна витрата палива - 13,432 т.

Розрахунок валових викидів від ДВЗ автотранспорту виконали ний відповідно до [29] (табл.3.8).

Таблиця 3.8

Розрахунок викидів від роботи автотранспорту

Забруднююча речовина	Питомий викид, кг/т	КТ	Витрата палива		Викиди	
			т/год.	т/рік	г/с	т/рік
NO ₂	31,5	0,95	0,0046	13,432	0,038	0,402
Сажа	3,85	1,8	0,0046	13,432	0,009	0,093
SO ₂	5	1	0,0046	13,432	0,006	0,067
CO	36	1,5	0,0046	13,432	0,069	0,725
Вуглеводні	6,2	1,4	0,0046	13,432	0,011	0,117
CO ₂	3138	1	0,0046	13,432	4,01	42,15

Результати розрахунків масових викидів забруднюючих речовин усіма технологічними ланками підприємства занесені у таблицю 3.9. Як бачимо, головними забруднювачами атмосфери на підприємстві є обладнання для спалювання біогазу: когенераційна установка та пальник факельної установки. З огляду на цілорічний режим роботи, від когенераційної установки виділяється 99,45% валових викидів усього підприємства. А через обмежений час роботи пальник факельної установки викидає лише 0,5 % усієї маси викидів. Внесок решти технологічних ланок у забруднення атмосфери є порівняно мізерним і становить всього лиш 0,05%.

Таблиця 3.9

Валові викиди забруднюючих речовин від біогазового комплексу, т/рік

Речовини	Технологічні ланки									Разом
	Приймальний резервуар	Газгольдера ферментатора	Газгольдер доброджувача	Когенераційна установки	Пальник факельної установки	Резервуар перебродженого субстрату	Лагуна	Ділянка сепарації	Авто-навантажувач	
Сажа					0,794				0,093	0,887
Оксиди азоту				8,443	0,05291				0,402	8,89791
Аміак	0,000631					0,0000954	3,784	0,0000001		3,7855851
Сірки діоксид				0,126					0,067	0,193
Сірководень	0,036329	0,0000007	0,0000007		0,00025	0,0001244		0,0000085		0,0367133
Оксид вуглецю				1,946	6,61				0,725	9,281
Вуглецю діоксид		0,1	0,1	10067,463	42,595				42,15	10152,408
Вуглеводні насичені C ₁₂ -C ₁₉					0,794				0,117	0,911
Метан		0,06988	0,06988	0,115						0,25476
Оксид діазоту				0,229						0,229

Треба зазначити, що у процесі горіння біогазу виділяється найширша номенклатура забруднюючих речовин: практично увесь список забруднюючих речовин по підприємству окрім аміаку. Головною забруднюючою речовиною, що викидається підприємством є кінцевий продукт окиснення органічного карбону біогазу – діоксид вуглецю, обсяги викидів якого становлять 99,8% загальних валових викидів підприємства. Практично весь вуглекислий газ (99,2%) виділяється від спалювання біогазу в когенераційній установці.

3.3. Оцінка величини та масштабів впливу біогазової установки на атмосферу

Для визначення величини та масштабів впливу біогазової установки модуля на атмосферу [16] на основі розрахованих масових викидів забруднюючих речовин виконали розрахунок їхніх приземних концентрацій за нормативною методикою [28] (Додаток Б). Розсіювання викидів забруднюючих речовин моделювали за допомогою комп'ютерного програмного забезпечення «Автоматизована система розрахунку розсіювання шкідливих речовин ЕОЛ-2000h+».

Згідно з вимогами [28] спочатку перевірили доцільність розрахунку приземних концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі. Результати розрахунків занесені до таблиці 3.10. Як бачимо, розрахунки розсіювання викидів в атмосфері доцільно виконувати для таких речовин: сажа, оксиди азоту, сірководень, оксид вуглецю, вуглеводні насичені C₁₂-C₁₉, метан.

Таблиця 3.10

Доцільність виконання розрахунків

№ з/п	Речовина	Маса викидів, г/с	ГДК, мг/м ³ [6]	М/ГДК	Доцільність розрахунку, М/ГДК > Ф
1	Сажа	5,511	0,15	36,74	доцільно
2	Оксиди азоту	0,903	0,2	451,5	доцільно
3	Аміак	0,00091	0,2	0,046	недоцільно
4	Сірки діоксид	0,004	0,5	0,008	недоцільно
5	Сірководень	0,01102	0,008	1,378	доцільно
6	Оксид вуглецю	46,023	5,0	9,2	доцільно
7	Вуглецю діоксид	969,106	-	-	недоцільно
8	Вуглеводні насичені C ₁₂ -C ₁₉	5,522	1,0	5,522	доцільно
9	Метан	242,63	50	4,853	доцільно
10	Оксид діазоту	0,0073	-	-	недоцільно

Отримані в ході розрахунків карти розсіювання викидів забруднюючих речовин від підприємства показані на рисунках 3.1-3.6.

Як бачимо на рисунку 3.1, максимальна приземна концентрація сажі в (1,84 ГДК) простежується поблизу джерел викидів у межах виробничого майданчика. З віддаллю від джерел викидів уміст сажі в повітрі знижується і на відстані 150 м від джерел викидів становить 0,65 ГДК. На межі СЗЗ (300 м) зафіксована приземна концентрація сажі на рівні 0,54 ГДК. Отже, викиди сажі повністю розсіюються у межах СЗЗ.

Речовина 03004 / 328 Сажа

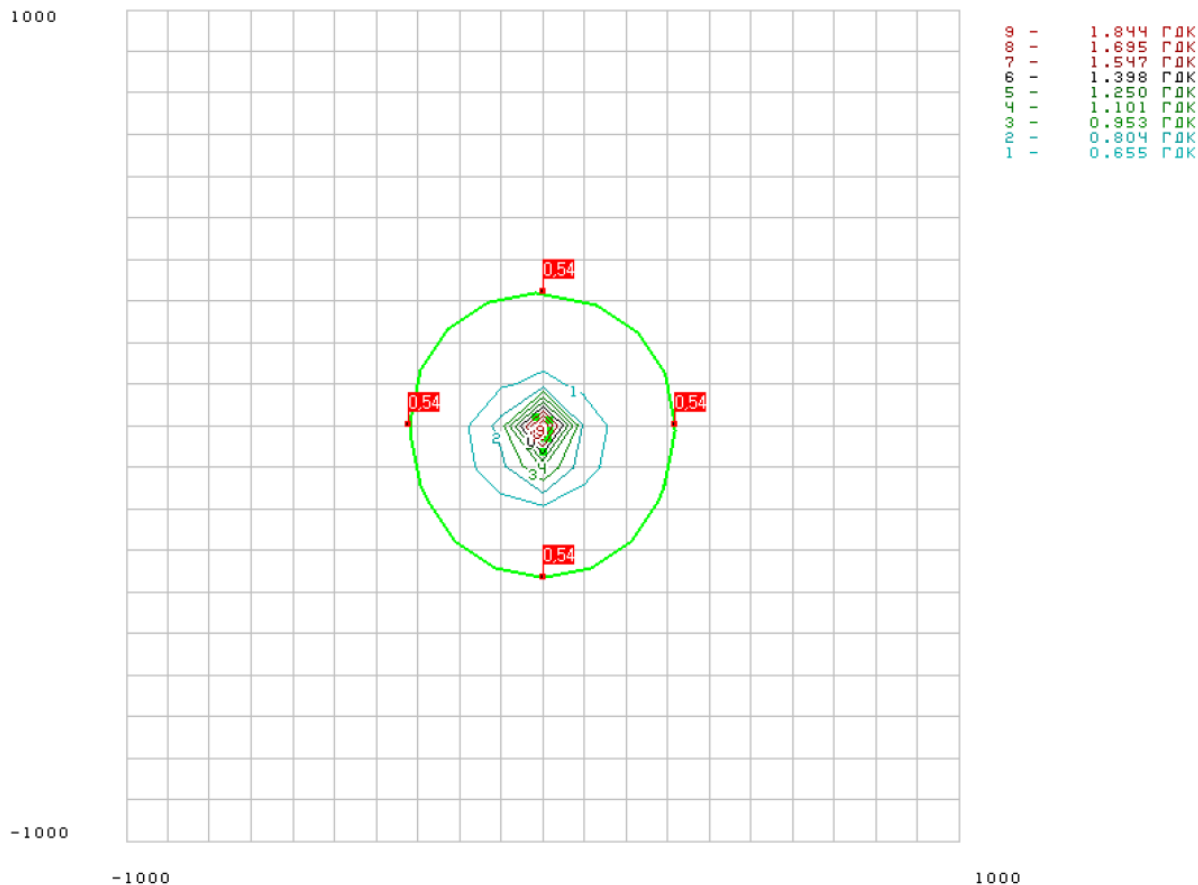


Рис. 3.1. Карта розсіювання викидів сажі

Результати моделювання розсіювання викидів оксидів азоту вказують, що в межах виробничого майданчика (в робочій зоні) простежуються високі значення приземних концентрацій на рівні 2 ГДК-4,34 ГДК (рис. 3.2). Проте вже на відстані 200 м від джерел викиди оксидів азоту розсіюються до рівнів <ГДК. На межі СЗЗ зафіксовані ще нижчі значення приземних концентрацій NO₂ на рівні 0,29-0,31 ГДК.

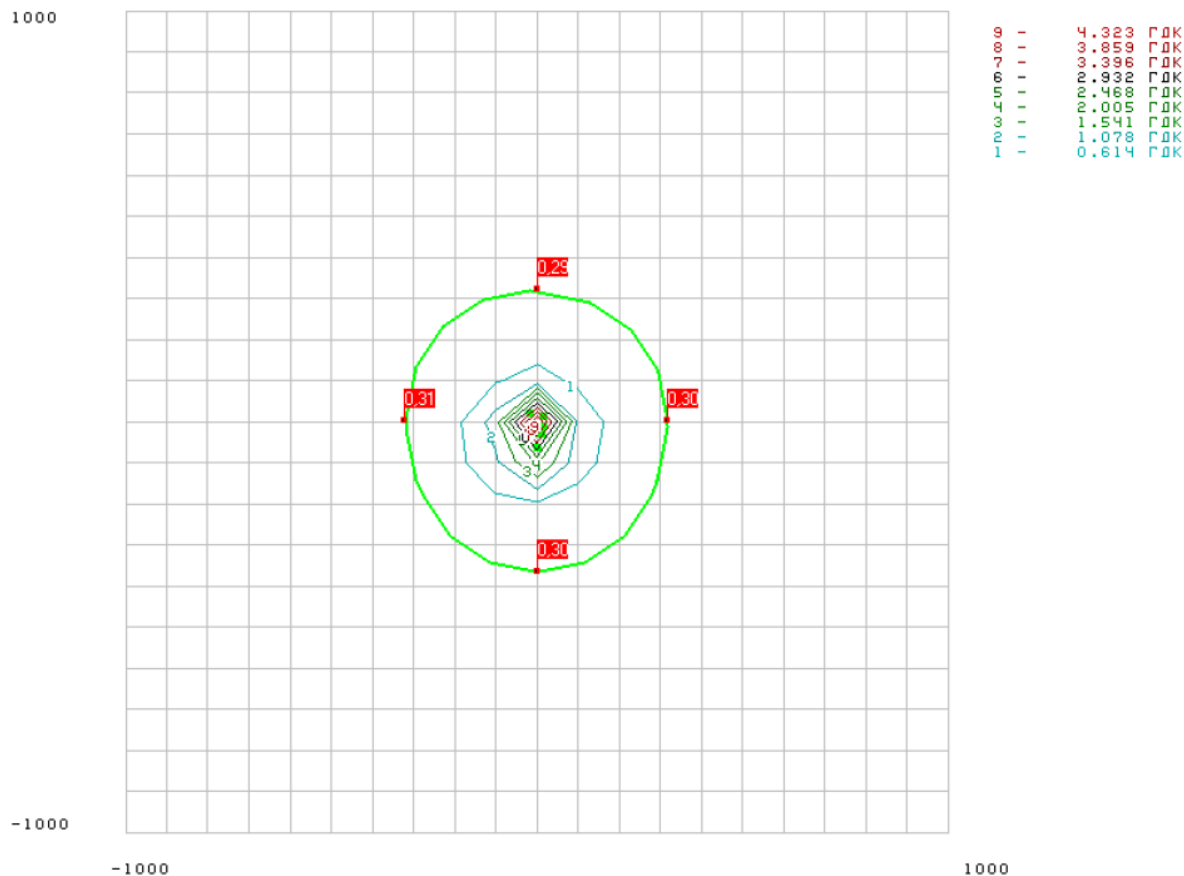
Речовина 04001 / 301 Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту [NO + NO₂])

Рис. 3.2. Карта розсіювання викидів оксидів азоту

Результати розрахунків розсіювання викидів сірководню демонструють відсутність перевищень граничнодопустимого вмісту H₂S у приземних шарах атмосфери на всій території досліджень (рис. 3.3). Поблизу джерел викидів простежується вміст сірководню на рівні 0,943 ГДК, а на межі СЗЗ – на рівні 0,5 ГДК.

Речовина 05002 / 333 Сірководень(H2S)

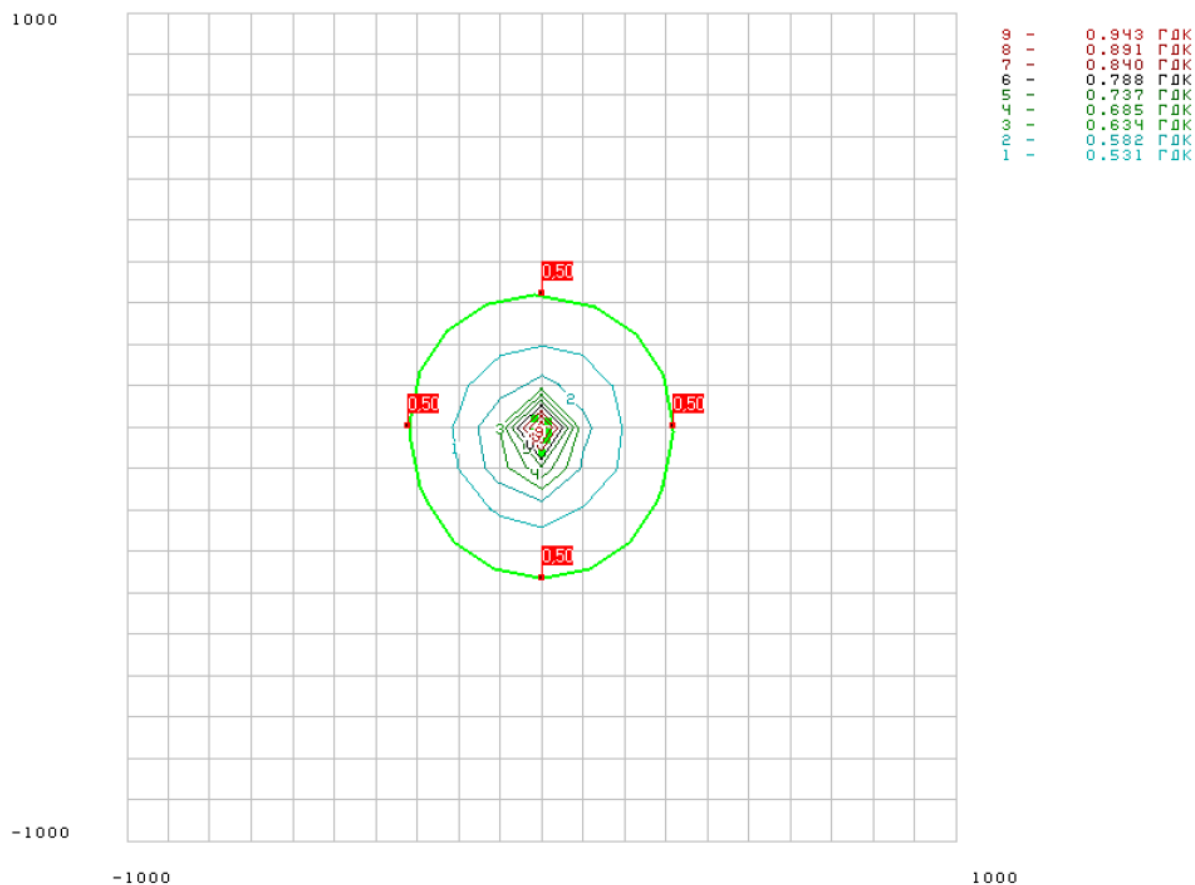


Рис. 3.3. Карта розсіювання викидів сірководню

Як показують результати моделювання розсіювання викидів оксиду вуглецю (рис. 3.4), вміст CO у приземних шарах атмосфери території досліджень найнижчий з усіх забруднюючих речовин і не викликає занепокоєнь ні в робочій зоні (0,14-0,41 ГДК), ні на межі СЗЗ (0,11 ГДК).

Речовина 06000 / 337 Оксид вуглецю

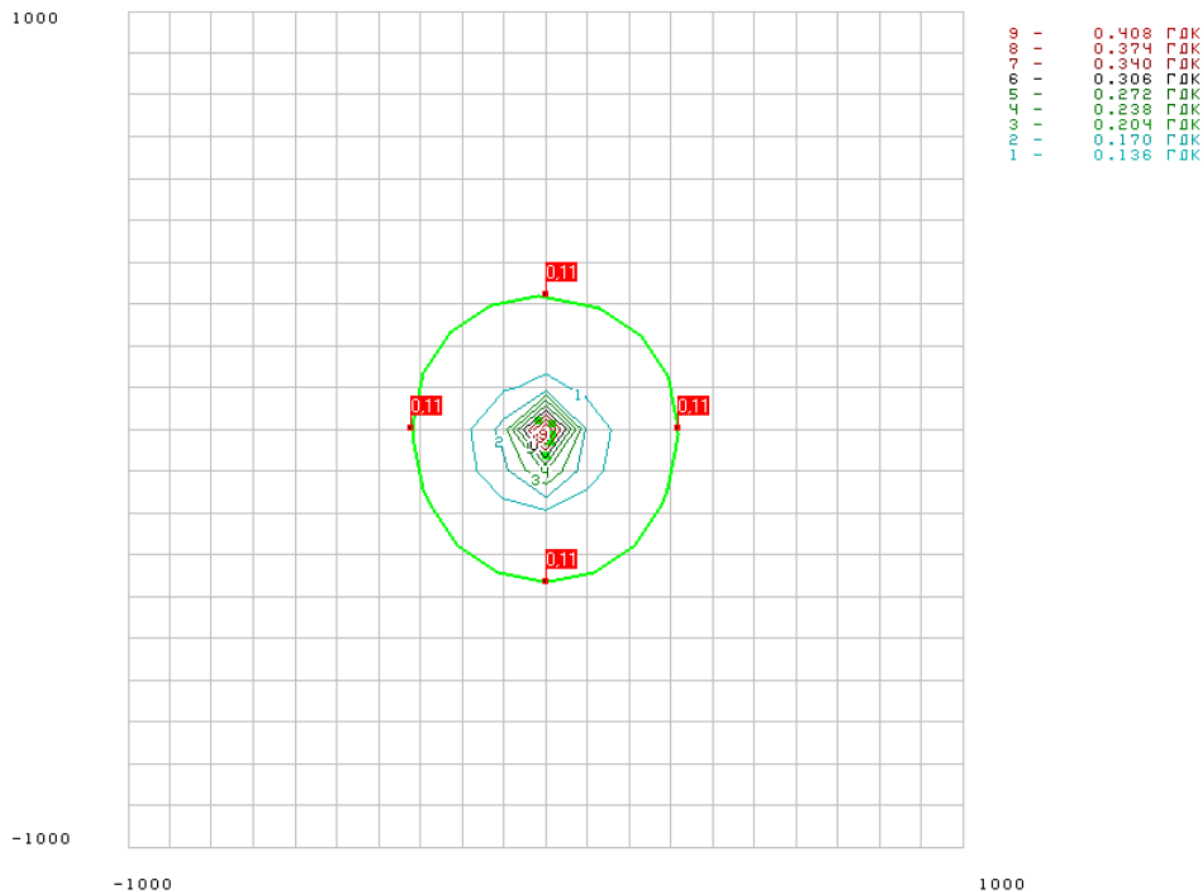
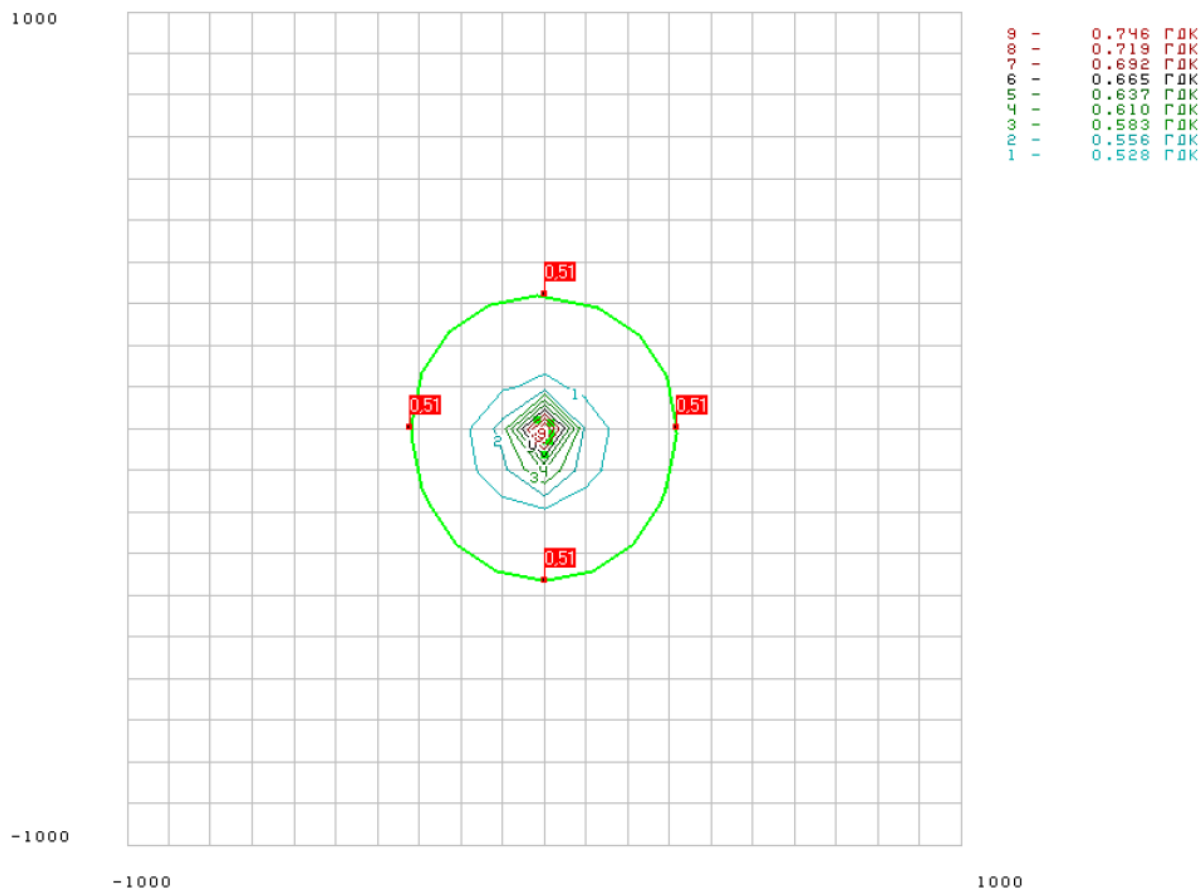


Рис. 3.4. Карта розсіювання викидів оксиду вуглецю

Подібна задовільна ситуація склалася з приземним вмістом в атмосфері вуглеводнів граничних. Як бачимо на карті розсіювання (рис. 3.5), в робочій зоні їхні концентрації зафіксовані у межах 0,53-0,75 ГДК. Найвищі значення концентрацій - поблизу джерел. А на межі СЗЗ простежується найнижчий вміст на рівні 0,51 ГДК.

Речовина 11000 / 2754 Вуглеводні граничні C12-C19(розчинник РПК-265 П та інш.)

Рис. 3.5. Карта розсіювання викидів вуглеводнів насичені C₁₂-C₁₉

Результати моделювання викидів метану (рис. 3.6) демонструють, що поблизу джерел викидів простежуються високі приземні концентрації CH₄ на рівні 1,62 ГДК. Перевищення нормативного вмісту метану в атмосфері простежуються у всій робочій зоні аж на відстань до 200 м. Далі приземні концентрації знижуються до нормативних значень і на межі СЗЗ становлять 0,77-0,86 ГДК.

Речовина 12000 / 410 Метан

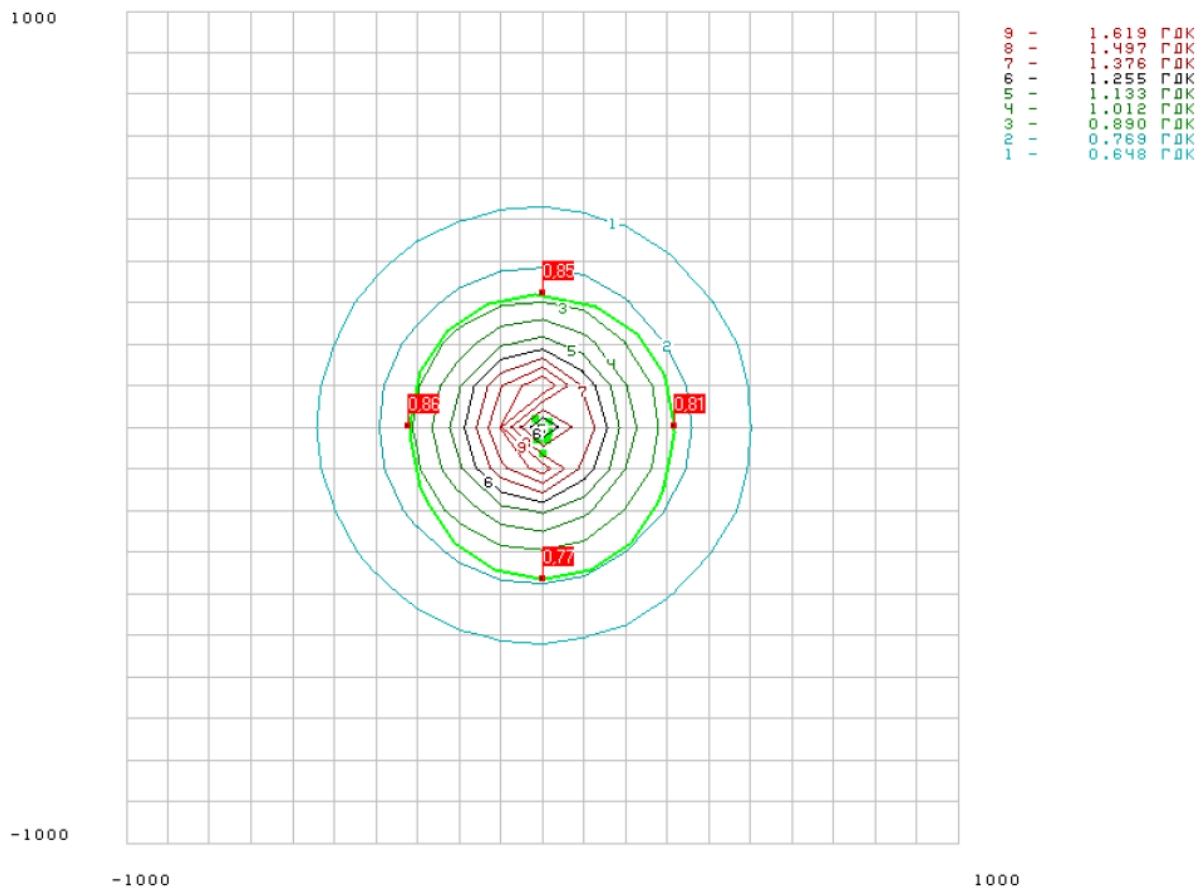


Рис. 3.6. Карта розсіювання викидів метану

Загалом, результати розрахунків приземних концентрацій вказують, що викиди всіх забруднюючих речовин розсіюються в межах СЗЗ, що вказує на достатню ефективність її розміру – 300 м. Масштаби забруднень не виходять за межі СЗЗ і простягаються максимально на відстань до 200 м від джерел викидів. Надмірні приземні концентрації сажі, оксидів азоту та метану на виробничому майданчику у безвітряну погоду вимагають контролю та дотримання правил техніки безпеки та виробничої санітарії у працівників підприємства.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА АКУСТИЧНОГО ВПЛИВУ ВИРОБНИЦТВА НА ДОВКІЛЛЯ

4.1. Джерела шумового навантаження на підприємстві

Під час експлуатації комплексу на прилеглу територію здійснюється шумовий вплив, спричинений роботою насосної станції, когенераційної установки, насоса сепаратора, газового компресора, дренажного насоса, насоса доброджувача та роботою автонавантажувача, що маневруватиме по території.

Шумова характеристика технологічного обладнання відповідно до паспортів виробників наведена у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Шумова характеристика технологічного обладнання

№ з/п	Обладнання	Рівень шуму <i>L</i> , дБА	Розміщення
1	Когенераційна установка	65	
2	Пункт газопідготовки	81	
3	Компресор	76	Насосна станція
4	Насос Віо-міх	75	
5	Насос ферментатора	74	
6	Живильник-дозатор	62	
7	Насос контуру обігріву доброджувача	60	Технічне приміщення
8	Насос контуру обігріву ферментатора	60	
9	Насос контуру генератора	68	
10	Насос підживлювальний	58	
11	Насос дренажний	67	
12	Насос доброджувача	74	
13	Сепаратор	72	
14	Автонавантажувач	85	

Робота об'єкту проводиться цілодобово. Технологічним процесом передбачена робота насосів не весь час а за необхідності.

Розрахункові точки на територіях з нормованими рівнями шуму приймають на найближчій до джерела шуму межі території на висоті 1,5 м. Якщо територія частково знаходиться в зоні звукової тіні будівель (або будь-яких інших екрануючих споруд), а частково в зоні опромінення прямим звуком, то розрахункові точки вибираються на ділянці, що знаходиться поза зоною звукової тіні.

4.2. Розрахунок рівнів шуму

Розрахунок рівнів шуму від технологічного обладнання виконували за нормативною методикою [7, 20]. Нормативне значення максимального рівню звуку прийняте згідно з вимогами документу [16] на межі нормативної СЗЗ на відстані 300 м від джерела шуму.

Рівень звуку визначається згідно з [7] за формулою:

$$L_A = L_{WA} - 20 \cdot \lg r + 10 \cdot \lg \Phi - 10 \cdot \lg \Omega + \Delta L_{A_{\text{відб}}} - \Delta L_{A_{\text{пов}}} - \Delta L_{A_{\text{екв}}} - \beta_{A_{\text{зет}}} \cdot l, \quad (4.1)$$

де

L_A - рівень звуку для джерела з постійним шумом або еквівалентний рівень звуку $L_{A_{\text{екв}}}$ чи максимальний рівень звуку $L_{A_{\text{макс}}}$ для джерела з непостійним шумом, дБА;

L_{WA} - коригований рівень звукової потужності джерела з постійним шумом або еквівалентний коригований рівень звукової потужності $L_{WA_{\text{екв}}}$ чи максимальний коригований рівень звукової потужності $L_{WA_{\text{макс}}}$ джерела з непостійним шумом, дБА;

$\Delta L_{A_{\text{відб}}}$ - величина підвищення рівня звуку (еквівалентного рівня звуку) в розрахунковій точці внаслідок відбиття звуку від великих за розмірами поверхонь, дБА;

$\Delta L_{A_{\text{пов}}}$ - затухання звуку в атмосфері, дБА;

$\Delta L_{\text{Аерк}}$ - величина зниження рівня звуку (еквівалентного рівня звуку) екраном, розташованим між джерелом шуму і розрахунковою точкою, дБА;

$\beta_{\text{Азел}}$ - величина зниження рівня звуку (еквівалентного рівня звуку) смугами зелених насаджень, дБА/м;

l – ширина смуги зелених насаджень, м;

r – відстань від джерела шуму до розрахункової точки, м;

Ω – просторовий кут, в який вимірюється шум даного джерела.

Сумарний рівень звуку на межі СЗЗ розраховували за формулою:

$$L_{\text{сум}}^{\text{екл}} = 10 \cdot \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_A^i} \right), \text{ дБА} \quad (4.2)$$

Для розрахунків приймемо вихідні умови:

$\Delta L_{\text{Авідб}} = 0$, оскільки поверхні, що відбивають звук відсутні;

$\Delta L_{\text{Апов}} = 7$ дБА;

$R_{\text{СЗЗ}} = 300$ м;

$\Omega - 2\pi = 6,28$.

$\Delta L_{\text{Аерк}} = 0$, так як для даної території між розрахунковими точками і кар'єром немає споруд значної довжини і великої висоти;

$\beta_{\text{Азел}} = 0$, оскільки дану поправку враховують лише при наявності спеціальних шумозахисних полос зелених насаджень.

Межа санітарно-захисної зони - 300 м.

Сумарний рівень звуку насосної станції дорівнює:

$$L_{\text{сум}}^{\text{екв}} = 10 \cdot \lg(10^{0,1 \cdot 76} + 10^{0,1 \cdot 75} + 10^{0,1 \cdot 74} + 10^{0,1 \cdot 74} + 10^{0,1 \cdot 62}) = 80 \text{ (дБА)}.$$

А тепер визначимо рівень звуку від насосної станції на відстані від розрахункової точки на межі СЗЗ 300 м:

$$L_A = 80 - 20 \lg(300) + 10 \lg(1) - 10 \lg(6,28) + 0 - 7 - 0 - 0 = 15 \text{ (дБА)}.$$

Сумарний рівень звуку обладнання в *технічному приміщенні* дорівнює:

$$L_{\text{сум}}^{\text{екв}} = 10 \cdot \lg(10^{0,1 \cdot 60} + 10^{0,1 \cdot 60} + 10^{0,1 \cdot 68} + 10^{0,1 \cdot 58}) = 70 \text{ (дБА)}.$$

Відповідно рівень звуку на відстані від розрахункової точки на межі СЗЗ 300 м дорівнює:

$$L_A = 70 - 20 \lg(300) + 10 \lg(1) - 10 \lg(6,28) + 0 - 7 - 0 - 0 = 5 \text{ (дБА)}.$$

Далі визначаємо рівень звуку від *когенераційної установки* від розрахункової точки на межі СЗЗ 300 м:

$$L_A = 65 - 20 \lg(300) + 10 \lg(1) - 10 \lg(6,28) + 0 - 7 - 0 - 0 = 1 \text{ (дБА)}.$$

Рівень звуку від *пункту газопідготовки* на відстані від розрахункової точки на межі СЗЗ 300 м становить:

$$L_A = 81 - 20 \lg(300) + 10 \lg(1) - 10 \lg(6,28) + 0 - 7 - 0 - 0 = 17 \text{ (дБА)}.$$

Рівень шуму від *дренажного насоса* на відстані від розрахункової точки на межі СЗЗ 300 м дорівнює:

$$L_A = 67 - 20 \lg(300) + 10 \lg(1) - 10 \lg(6,28) + 0 - 7 - 0 - 0 = 3 \text{ (дБА)}.$$

Рівень шуму від *насоса доброжувача* на відстані від розрахункової точки на межі СЗЗ 300 м становить:

$$L_A = 74 - 20 \lg(300) + 10 \lg(1) - 10 \lg(6,28) + 0 - 7 - 0 - 0 = 10 \text{ (дБА)}.$$

Рівень шуму від *сепаратора* на відстані від розрахункової точки на межі СЗЗ 300 м:

$$L_A = 72 - 20 \lg(300) + 10 \lg(1) - 10 \lg(6,28) + 0 - 7 - 0 - 0 = 8 \text{ (дБА)}.$$

Робота автотранспорту на відстані від розрахункової точки на межі СЗЗ 300 м чинить таке шумове навантаження:

$$L_A = 85 - 20 \lg(300) + 10 \lg(1) - 10 \lg(6,28) + 0 - 7 - 0 - 0 = 21 \text{ (дБА)}.$$

Сумарний рівень звуку від всіх джерел:

$$L_{\text{сум}}^{\text{екв}} = 10 \cdot \lg(10^{0,1 \cdot 65} + 10^{0,1 \cdot 76} + 10^{0,1 \cdot 81} + 10^{0,1 \cdot 75} + 10^{0,1 \cdot 74} + 10^{0,1 \cdot 62} + 10^{0,1 \cdot 60} + 10^{0,1 \cdot 60} + 10^{0,1 \cdot 68} + 10^{0,1 \cdot 58} + 10^{0,1 \cdot 67} + 10^{0,1 \cdot 74} + 10^{0,1 \cdot 72} + 10^{0,1 \cdot 85}) = 87 \text{ (дБА)}.$$

Відповідно рівень шумового навантаження на відстані від розрахункової точки на межі СЗЗ 300 м:

$$L_A = 87 - 20 \lg(300) + 10 \lg(1) - 10 \lg(6,28) + 0 - 7 - 0 - 0 = 23 \text{ (дБА)}.$$

Отримане значення рівня шумового навантаження на межі СЗЗ – 23 дБА не перевищує допустимий рівень звуку на прилеглий до житлової забудови території 45 дБА відповідно до вимог нормативного документу [7, 14] (табл. 4.2). З огляду на це, підприємству непотрібно впроваджувати додаткові заходи боротьби з навантаженням виробничого шуму.

Працівникам доцільно використовувати індивідуальні засоби захисту від шуму: спеціальні навушники, вкладиші у вушну раковину, протишумні каски.

Таблиця 4.2

Рівні шумового навантаження від роботи комплексу

№ з/п	Обладнання	Рівень шуму L , дБА	Розміщення	Рівні шуму			
				на межі СЗЗ 300 м L_A , дБА	сумарний $L_{сум}^{екв}$, дБА	на межі СЗЗ 300м L_A , дБА	гранично-допустимий, L , дБА [14]
1	Когенераційна установка	65		1	87	23	45
2	Пункт газопідготовки	81		17			
3	Компресор	76	Насосна станція	15			
4	Насос Віо-mix	75					
5	Насос ферментатора	74					
6	Живильник-дозатор	62					
7	Насос контуру обігріву доброджувача	60	Технічне приміщення	5			
8	Насос контуру обігріву ферментатора	60					
9	Насос контуру генератора	68					
10	Насос підживлювальний	58					
11	Насос дренажний	67					
12	Насос доброджувача	74		10			
13	Сепаратор	72		8			
14	Автонавантажувач	85		21			

РОЗДІЛ 5

ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ВОДНІ РЕСУРСИ

5.1. Водопостачання

Під час експлуатації об'єкту передбачається використання води на:

- господарсько-побутові та питні потреби працівників (привозна вода);
- виробничі потреби (миття вікон);
- пожежогасіння.

Загальна кількість працівників на об'єкті становить 4 людини. Річна кількість робочих днів – 365.

Нормативний розрахунок водоспоживання та водовідведення на господарсько-побутові та виробничі потреби виконано згідно з вимогами нормативного документу [9, 10]. Результати розрахунків занесені у таблицю 4.1.

Таблиця 5.1

Водоспоживання та водовідведення на господарсько-побутові та питні потреби

№ з/п	Водокористувачі	Одиниця вимірювання	К-сть споживачів	Норма витрати, м ³ /добу	Водопостачання			Водовідведення	
					м ³ /добу	К-сть днів в рік	м ³ /рік	м ³ /добу	м ³ /рік
Господарсько-питні потреби									
1.	Робітники	осіб	4	0,025	0,1	365	36,5	0,1	36,5
Виробничі потреби									
2.	Мийка вікон у ферментаторі	шт.	2	0,0004	0,0008	365	0,29	0,0008	0,29
	Разом			0,0254	0,1008		36,8	0,1008	36,8

Водопостачання комплексу здійснюється за рахунок привозної води питної якості згідно з [13]. Загальне водоспоживання під час експлуатації об'єкту дорівнює 0,1008 м³/добу; 36,8 м³/рік.

5.2. Водовідведення

Господарсько-побутові стічні води самопливним трубопроводом скидаються в септик, звідки періодично викачуються та вивозяться асенізаційними машинами ДП «Рогатин-водоканал» на міські каналізаційні споруди згідно з укладеним договором.

Стічна вода після зневоднення зброженого субстрату у сепараторі у кількості 172,1 м³/добу надходить для стабілізації у лагуну (біоставок) прояснених стоків, яку використовують як пожежний резервуар. Для цього в лагуні влаштовано бетонний майданчик з під'їздом для завантаження автоцистерн і пожежних машин.

На виробничому майданчику передбачено вертикальне планування для відведення атмосферних стічних вод. Розрахунок поверхневого стоку виконали за формулами:

$$W_{\Gamma} = W_{\text{д}} + W_{\text{т}} + W_{\text{м}}, \quad (5.1)$$

де

$W_{\text{м}}$ - середньорічний об'єм води для поливу території:

$$W_{\text{м}} = 10 m k \psi_{\text{м}} F_{\text{м}}; \quad (5.2)$$

$W_{\text{д}}$ – середньорічний об'єм дощових вод:

$$W_{\text{д}} = 10 h_{\text{д}} \cdot \psi_{\text{д}} \cdot F; \quad (5.3)$$

$W_{\text{т}}$ – середньорічний об'єм талих вод:

$$W_{\text{т}} = 10 h_{\text{т}} \cdot \psi_{\text{т}} \cdot F \cdot k_{\text{т}};$$

h_d - висота шару опадів (дощів) за теплий період року згідно з [17] $h_d = 27,396$ мм;

h_T - висота шару опадів за холодний (кількість талих вод або запас води в сніжному покриві до початку сніготанення) період року згідно з [17] - $h_T = 27,154$ мм.

ψ_d - коефіцієнт стоку дощових вод.

ψ_T - загальний коефіцієнт стоку талих вод, приймають (0,5-0,7);

F - загальна площа стоку, 0,6468 га;

k_T - коефіцієнт, що враховує часткове прибирання та вивезення снігу, і який приймають рівним (0,5-0,8).

Розрахунок коефіцієнту стоку дощових вод показано у таблиці 4.2.

Таблиця 5.2

Розрахунок коефіцієнту стоку дощових вод

Вкриття	Площа F_i , га	Частка вкриття F_i/F	Коефіцієнт стоку ψ_i	$(F_i/F) \cdot \psi_i$
Дахи будинків та споруд	0,0775	0,1198	0,8	0,0958
Бетонне покриття	0,2093	0,3236	0,8	0,2589
Газони	0,36	0,5566	0,1	0,0556
Всього	0,6468	1	-	0,4103

$$W_d = 10h_d \cdot \psi_d \cdot F = 10 \cdot 396 \cdot 0,4103 \cdot 0,6468 = 1050,91 \text{ м}^3/\text{рік} (4,91 \text{ м}^3/\text{добу});$$

$$W_T = 10h_T \cdot \psi_T \cdot F \cdot k_T = 10 \cdot 154 \cdot 0,7 \cdot 0,6468 \cdot 0,8 = 557,80 \text{ м}^3/\text{рік} (3,69 \text{ м}^3/\text{добу});$$

$$W_{\Gamma} = 1050,91 + 557,80 = 1608,71 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Отже, поверхневий стік з території майданчика об'ємом 1608,71 м³/рік, організовано відводиться у гідроізольований зливобірни́к, звідки по мірі накопичення занурюваним насосом перекачуються в лагуну прояснених стоків.

РОЗДІЛ 6

УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ

У ході експлуатації комплексу з виробництва електроенергії з біогазу, отриманого шляхом анаеробного збродження відходів сільського господарства та тваринництва утворюються: тверді побутові відходи (ТПВ), зношений одяг та зношені текстильні вироби, оливи та мастила моторні, трансмісійні інші зіпсовані або відпрацьовані.

6.1. Утворення твердих побутових відходів

Обсяги утворення твердих побутових відходів виконали згідно вимогами документу [18] та врахування кількості працівників комплексу - 4 робітники. Результати розрахунку занесені у таблицю 6.1

Таблиця 6.1

Обсяги твердих побутових відходів

Розрахункова одиниця	Норма на розрахункову одиницю	К-сть працівників	Річний обсяг, т
Робоче місце	0,3 кг/добу	4 робітники	$4 \times 365 \times \frac{0,3}{1000} = 0,438$ т/рік

Отже, кількість твердих побутових відходів, що генерується при експлуатації комплексу дорівнює 0,438 т/рік.

Тверді побутові відходи (IV клас небезпеки) збирають у 2 металеві контейнери об'ємом по 1,1 м³ на спеціальному майданчику для ТПВ, після чого їх вивозять на полігон на підставі договору зі спеціалізованим підприємством.

6.2. Виробничі відходи

З виробничих відходів на підприємстві утворюються зношений спецодяг та текстиль, відпрацьовані оливи.

Обсяги зношеного спецодягу та текстилю на підприємстві визначаємо з розрахунку 25 кг/рік на одного працівника:

$$25 \times 4 = 100 \text{ (кг/рік)} = 0,1 \text{ (т)}.$$

При роботі газопоршневого двигуна когенераційної установки утворюється відпрацьована олива спеціального типу, яка потребує постійної заміни. В залежності від якості самої оливи і від вхідних характеристик біогазу її витрати становлять 1,3-2,0 м³ на рік, або в середньому:

$$1,5 \text{ м}^3 \times 0,917 \text{ т/м}^3 = 1,400 \text{ т}.$$

Відпрацьовані мастила та оливи збираються і зберігаються в залізній бочці (ємністю 200 л) у спеціально відведеному місці захищеному від дій зовнішніх факторів навколишнього середовища та ерозії (місце тимчасового зберігання). По мірі накопичення передаються ліцензованим організаціям на основі укладених договорів для утилізації.

Зношений одяг та інші зношені текстильні вироби зберігаються в герметичному контейнері з кришкою (об'ємом 0,25 м³). Заходи по знешкодженню даного виду відходів не передбачається, по мірі накопичення передаються ліцензованим організаціям на утилізацію.

Загальні обсяги утворення відходів на підприємстві зведені у таблицю 6.2.

Таблиця 6.2

Обсяги відходів

Відходи	Клас небезпеки	Розрахункова одиниця	Норма на розрахункову одиницю	К-сть	Річний обсяг, т
ТПВ	IV	Робітник	0,3 кг/добу	4	0,438
Зношений спецодяг та текстиль	III	Робітник	25 кг/рік	4	0,1
Відпрацьовані мастила та оливи	III	Когенераційна установка	1,5 м ³ /рік	1	1,4
Всього					1,938

Передбачений повний збір та роздільне зберігання відходів залежно від виду та класу небезпеки. Відходи зберігатимуться на спеціально обладнаних майданчиках. Відходи по мірі накопичення передаватимуться спеціалізованій організації відповідно укладеного договору. На території об'єкту місця тимчасового зберігання відходів облаштовуються та утримуються відповідно до умов діючих санітарно-гігієнічних норм і правил. При виникненні нештатної ситуації, кількісний та якісний склад відходів визначатиметься на місцях, по мірі їх утворення. Подальше поводження з відходами здійснюється відповідно до вимог [32].

Вплив об'єкту в частині поводження з відходами оцінюється як екологічно допустимий.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проаналізовано технологічний процес біогазового комплексу ТОВ «Персей Енерго» з метою виявлення джерел впливу підприємства на довкілля. Виконано технологічні розрахунки валових викидів забруднюючих речовин від стаціонарних і пересувних джерел підприємства; розраховано приземні концентрації забруднювачів в атмосферному повітрі у зоні впливу підприємства; оцінено акустичний вплив технологічного обладнання; зроблено нормативний розрахунок водопостачання та водовідведення; розраховано кількість відходів від провадження господарської діяльності.

Головні висновки полягають в тому, що:

- комплекс з виробництва електроенергії з біогазу ТОВ «Персей Енерго» створює замкнений цикл переробки сільськогосподарських відходів ТОВ «Персей Агро»;
- головним джерелом забруднення атмосфери на підприємстві є когенераційна установка, а головною забруднюючою речовиною – діоксид вуглецю – продукт спалювання біогазу, відновлювального джерела енергії;
- зона впливу комплексу на атмосферне повітря максимально простягається на 200 м від джерел викидів; в межах затвердженої СЗЗ викиди усіх забруднюючих речовин повністю розсіюються;
- технологічне обладнання підприємства не створює наднормативного шумового навантаження на межі СЗЗ і в найближчій житловій забудові;
- система водовідведення підприємства не має прямого негативного впливу на водні ресурси;
- на підприємстві запроваджено оптимальну роздільну систему збирання побутових і виробничих відходів.

Список використаних джерел

1. ЕМЕП/CORINAIR Atmospheric emission inventory guidebook – Second edition, 1999 [електронний ресурс]- Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emepcorinair>
2. Georg Tchobanoglous, Hilary Theisen, Samuel Vigil Integrated Solid Waste Management. – Irwin/McGraw-Hill Inc., 1993. – 978 p.
3. JMC 420 GS-B.L [електронний ресурс]- Режим доступу: <https://www.jenbacher.com/en/gas-engines/type-4/j420/>
4. ВНТП-АПК-09.06 Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною / Київ: Мінагрополітики України, 2006 р. – 100 с.
5. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. / Київ: Міністерство палива та енергетики України. 2002. – 49 с.
6. Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць: затв. т.в.о. головного державного лікаря України С.В. Протас від 03.03.2015 р. / К: Міністерство охорони здоров'я України, 2015 р. - 19 с.
7. ДБН В.1.1-31:2013 Захист територій, будинків і споруд від шуму / Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. - 46 с
8. ДБН В.2.5-20:2018 Газопостачання / Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 115 с.
9. ДБН В.2.5-64:2013. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I: Проектування, Частина II: Будівництво. / Київ: Мінрегіон України, 2013. – 223 с.
10. ДБН В.2.5-74: 2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. / Київ: Мінрегіон України, 2013. – 180 с.

11. Довідка величин фонових концентрацій забруднюючих речовин від 14.02.2019 р № 03-07/768 виданої Управлінням екології та природних ресурсів Івано-Франківської обласної державної адміністрації.
12. Довідка Івано-Франківського обласного центру з гідрометеорології ДСНС України від від 12.02.2019 р. № 75/27.04-М-52 щодо кліматичних характеристик.
13. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною / Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 2010. [електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
14. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку і інфразвуку. / Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1999 р. -53 с.
15. ДСП -173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. [Чинний від 1996-06-19]. /К: Міністерство охорони здоров'я України, 1996 - 48 с.
16. ДСП-201-97 Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) / Київ: Міністерство охорони здоров'я України Наказ від 09.07.1997р. № 201. [електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0201282-97#Text>
17. ДСТУ 3013-95 Гідросфера. Правила контролю за відведенням дощових і снігових стічних вод з територій міст і промислових підприємств / Київ: Держстандарт України, 1995 – 17 с.
18. ДСТУ 4462.3.01:2006 Охорона природи. Поводження з відходами. Порядок здійснення операцій / Київ: Держспоживстандарт України, 2008 – 30 с.
19. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія національний стандарт України / Київ: Мінрегіонбуд України, 2011 - 127 с.

20. ДСТУ-Н Б В.1.1-35 Настанова з розрахунку рівнів шуму в приміщеннях і на територіях / Київ: Мінрегіонбуд України, 2014 - 46 с.
21. Екологічні паспорти Івано-Франківської області [електронний ресурс]- Режим доступу: <https://www.if.gov.ua/dovkilliya/ekologichni-pasporti-ivano-frankivskoyi-oblasti>
22. Експлуатаційні норми середнього ресурсу акумуляторних свинцевих стартерних батарей колісних транспортних засобів і спеціальних машин, виконаних на колісних шасі / Міністерство транспорту та зв'язку України Наказ N 489 від 20.05.2006 [електронний ресурс]- Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0695-06#Text>
23. Збірник методик з розрахунку викидів в атмосферу забруднюючих речовин різними виробництвами. / Л.: Гідрометео видав, 1986 р. – 206 с.
24. Збірник методик з розрахунку вмісту забруднюючих речовин у викидах від неорганізованих джерел забруднення атмосфери. / Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 1990 р. – 189 с.
25. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том I. / Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 2004. – 184 с.
26. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том II. / Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 2004. – 134 с.
27. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том III. / Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 2004. – 111 с.
28. ЗНД-86. Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств. / М.: Держкомгідромет, 1987. - 76 с.
29. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів: Наказ № 452 від 13 листопада 2008 р. / Київ: Державний комітет статистики України, 2008. - 28 с.

30. Науковий звіт про результати санітарно-епідеміологічної оцінки проектних матеріалів «Комплекс з виробництва електроенергії з біогазу, отриманого шляхом анаеробного збродження відходів сільського господарства та тваринництва за адресою: с. Чесники, Рогатинський район, Івано-Франківська область». – Київ: Інститут громадського здоров'я ім. О.М.Марзєєва НАМНУ, 2019 р. – 6 с.
31. Про оцінку впливу на довкілля: Закон України. / Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 29, ст.315 [електронний ресурс]- Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>
32. Про управління відходами. Закон України / Відомості Верховної Ради (ВВР), 2023, № 17, ст.75 [електронний ресурс]- Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>
33. Радовенчик В.М. Тверді відходи: збір, переробка, складування: навчальний посібник / В.М. Радовенчик, М.Д. Гомеля. – К.: Кондор, 2010. – 552 с.
34. Технологічний регламент «Комплексу з виробництва електроенергії з біогазу, отриманого шляхом анаеробного збродження відходів сільського господарства та тваринництва за адресою: с. Чесники, Рогатинський район, Івано-Франківська область». – ТОВ «Персей Енрго», 2019 р. – 252 с.

Додатки

ОПИС ПОТОЧНОГО СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

Ділянка знаходиться на території Чесниківської сільської ради Рогатинського району Івано-Франківської області.

Село Чесники Рогатинського району – центр сільської ради. Розташоване в східній частині Рогатинського району. Із промислових об'єктів на території сільської ради розміщені: ТОВ «ПЕРСЕЙ ЕНЕРГО» (ферма ВРХ).

Промисловість. В Рогатинському районі промисловість представлена основними 11 підприємствами.

За загальними обсягами виробництва найбільшу питому вагу в загальній структурі промислового виробництва займає харчова та переробна промисловість, яка представлена виробництвом борошна, хліба та хлібобулочних виробів, мінеральної води, безалкогольних напоїв, консервів м'ясних та плодоовочевих, ковбасних виробів, масла тваринного, цільномолочної продукції, сиру та бринзи, круп [21].

У харчовій промисловості сьогодні ефективно працюють ЗАТ СП «Євро-Мілк», ТЗОВ «Галхімтекс», ЗАТ «Роксолана», СП «Галпласт».

Однією з основних галузей промисловості в районі є видобуток корисних копалин і виробництво будівельних матеріалів. Рогатинський район достатньо забезпечений природними будівельними матеріалами (піском, вапняками, кам'яними, гіпсовими породами, каменем будівельним, глиною білою і червоною). Працює кілька потужних піщаних кар'єрів. Пісок родовищ використовується як будівельний матеріал і може використовуватись як сировина для виробництва скла. Найбільш розвіданим сьогодні є Погребенсько-Городенківське родовище пісків і Заланівське родовище вапняків. Потужність кварцових пісків у цьому середовищі становить від 4 до 47,7 м, запаси понад 16000 тис. м³, а товщина вапнякових пластів у цьому ж родовищі 2-15,8 м. Потужність покладів вапняків Заланівського родовища

становить у середньому 19 м, а запаси понад 10500 тис. м³. Потужне родовище діє в селі Лопушня. Воно забезпечує вапняком вапняні печі в селах Верхня Липиця та Пуків, Потоківський цегельний завод, а також цех підприємства з випуску вапнякового борошна. Великі родовища гіпсових порід є в селах Колоколин, Дегова, Явче, Лучинці. Будівельний камінь добувають майже по всьому району, а найбільші його запаси в селах Липівка, Воронів. Значними є і запаси червоної глини.

Підприємництво. На території району зареєстровано 325 суб'єктів підприємницької діяльності. Основну питому вагу серед підприємств малого бізнесу займають підприємства, які зайняті у сфері торгівлі та громадського харчування. Серед них ТзОВ «Кромас», «Орзон», «Омега», «Укрмедекспорт», «Гал-круїз», «Галхімпром», «Тірос-Петроль-Техно-Центр», «Колос», Виробничо-комерційне підприємство «Укрнафтогазова компанія».

У сфері підприємницької діяльності зайнято 510 осіб що працює, або 3,5 % від загальної чисельності зайнятих в галузях економіки району.

Стан атмосферного повітря

Основними забруднювачами повітря за видами економічної діяльності в Івано-Франківській області є:

- підприємства: постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, на які припадає 85,6 % загальнообласних викидів,
- підприємства видобування нафти і газу – 2,94 %,
- наземний і трубопровідний транспорт – 1,77 %,
- діяльність підприємств із забезпечення стравами та напоями - 6,50 %,
- сільське господарство, мисливство та надання пов'язаних із ними послуг – 1,06 %,
- решти галузі економіки – менше 1 %.

За даними головного управління статистики в Івано-Франківській області у структурі викидів забруднюючих речовин переважає діоксид та інші

сполуки сірки, речовин у вигляді твердих суспендованих частинок, сполуки азоту, метан, неметанові леткі органічні сполуки, оксид вуглецю.

Для опису поточного стану (базовий сценарій) атмосферного повітря в районі впровадження планової діяльності були отримані величини фонових концентрацій забруднюючих речовин без врахування фону підприємства [11], які наведені в таблиці А.1.

Таблиця А.1

Значення фонових концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі в районі впровадження планової діяльності

Найменування речовини	Концентрація, мг/м ³
Діоксид азоту	0,018
Сірки діоксид	0,02
Оксид вуглецю	0,4
Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,2
Сажа	0,06
Вуглеводні граничні С12-С19	0,4
Бенз(а)пірен	0,00001
Аміак	0,08

Кліматичні особливості. В цілому Івано-Франківська область відноситься до типового континентального клімату, який пом'якшують вологі повітряні маси Атлантичного океану і Карпат.

Опис поточного стану кліматичних характеристик району впровадження планової діяльності наведено відповідно до довідки [12].

За даними спостережень найближчої до с.Чесники метеостанції м.Бережани (Тернопільської обл.), дані якої найбільш характерні для кліматичних умов та висотних показників вищезазначеного населеного пункту та в результаті виконаних розрахунків отримано наступні кліматичні характеристики :

1. Коефіцієнт стратифікації атмосфери, А – 200;

2. Середньорічна температура повітря – плюс 7,2 °С;
3. Абсолютний мінімум температури повітря - мінус 30,5 °С, спостерігався 20.01.1963 року;
4. Середня температура повітря найбільш холодного місяця (січень) – мінус 4,9 °С;
5. Середня (із абсолютних мінімумів) мінімальна температура повітря (січень) – мінус 19,8 °С;
6. Абсолютний максимум температури повітря – плюс 36,6 °С спостерігався 16.08.1952 року;
7. Середня температура повітря найбільш теплого місяця (липень) – плюс 17,4 °С.
8. Середня (із абсолютних максимумів) максимальна температура повітря (липень) - плюс 29,9 °С;
9. Кількість опадів за рік – 690 мм;
10. Добовий максимум опадів – 90 мм, спостерігався в серпні 1927 року;
11. Середньомісячна відносна вологість повітря найбільш холодного місяця – (січень) – 81 %;
12. Середньомісячна відносна вологість повітря найбільш теплого місяця – (липень) – 76 %;
13. Швидкість вітру м/с (табл.А.2)

Таблиця А.2

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	рік
Середня швидкість вітру м/с	2,6	2,8	2,7	2,6	2,2	2,0	1,9	1,7	1,9	2,2	2,8	2,5	2,3
Максимальна кількість вітру, м/с	30	22	30	20	20	20	22	18	19	22	24	24	30

14. Повторюваність напрямків вітру та штилю %, або рози вітрів (табл.А.3)

Таблиця А.3

Місяць	Напрямок вітру								
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	штиль
I	3,5	1,9	3,0	30,4	11,3	7,0	24,3	18,6	25,7
II	4,7	3,8	4,6	34,9	12,7	4,6	18,0	16,7	21,4
III	5,2	4,4	6,5	33,9	12,6	6,6	16,7	14,1	22,5
IV	10,2	6,3	4,4	22,1	12,7	7,9	16,6	19,8	23,9
V	10,6	4,9	5,0	22,7	13,6	7,4	13,4	22,4	27,4
VI	11,4	5,1	4,2	11,2	9,6	8,4	24,2	25,9	29,2
VII	9,6	3,9	3,2	8,9	8,2	8,2	27,7	30,3	31,0
VIII	9,7	3,0	3,0	13,7	10,8	7,8	23,2	28,8	36,2
IX	6,3	2,5	3,1	13,6	12,0	8,7	28,6	25,2	35,3
X	5,4	2,1	4,1	24,6	14,7	9,0	21,1	19,0	32,4
XI	4,0	1,4	2,9	27,7	14,4	8,6	26,2	14,8	24,4
XII	3,9	2,2	2,8	24,0	12,5	7,4	27,7	19,5	24,1
Рік	7,0	3,5	3,9	22,3	12,1	7,6	22,3	21,3	28,1

15. Середня кількість опадів, мм (табл.А.4)

Таблиця А.4

Місяць												рік
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
38	40	38	48	81	95	92	72	56	41	41	48	690

Стан водного середовища

По території Івано-Франківська області протікають річки, що належать до великих, середніх і малих.

Малих річок (з площею водозбору менше 2000 км²) загальною довжиною 15284 км налічується 8290.

Три річки (Прут, Черемош і Бистриця), що мають площу водозбору до 50000 км² загальною довжиною 264 км, належать до середніх.

Одна річка (Дністер) довжиною 206 км із загальною площею водозбору понад 50000 км² належить до великої річки.

Загальна площа водної поверхні району складає 4203,7 га.

Ріки в межах району характеризуються паводковим режимом. Для них характерні систематичні і часті підняття рівня води в усі пори року: навесні –

під час танення снігу; влітку і восени - у період випадання сильних дощів; взимку - внаслідок раптових відлиг, які супроводжуються дощами і таненням снігу.

Стан земель та надр

Земельний фонд Івано-Франківської області складається із земель, що мають різноманітне функціональне використання. Загальна площа земель складає 1392,7 тис. га, із них сільськогосподарські угіддя – 630,5 тис. га (45,3 % території області), у тому числі:

- рілля – 397,2 тис. га, (28,5 % від загальної площі території області);
- перелоги – 6,8 тис. га, (0,5 % від загальної площі території області);
- багаторічні насадження – 16,3 тис. га, (2,6 % від загальної площі території області);
- сіножаті і пасовища – 210,2 тис. га; (15,1 % від загальної площі території області);
- ліси та інші площі вкриті лісом – 636,5 тис. га. (45,6 % від загальної площі території області).

Однією з ключових складових охорони довкілля в області є забезпечення збереження та невиснажливого використання земель.

Враховуючи низьку забезпеченість земельними ресурсами (в середньому на одного жителя в області припадає 0,43 га сільськогосподарських угідь і 0,28 га рілля, що вдвічі менше ніж по Україні), проблема охорони та раціонального використання земельних ресурсів в області є надзвичайно актуальною.

Регіон Карпат і прилеглих територій має певні територіальні відмінності щодо характеру використання земель. Вони зумовлені зональністю природних умов, особливостями розселення населення, значенням окремих районів у вирощуванні тих чи інших видів сільськогосподарських культур.

Як наслідок високої сільськогосподарської освоєння земельного фонду без належних заходів щодо її охорони і відтворення, як виробничого ресурсу та важливої складової навколишнього середовища, є прогресуюча деградація земель, що створює загрозу екологічній безпеці області.

На території області обліковується 340 родовищ з 26 видів різноманітних корисних копалин, з яких 161 родовище розробляється.

Сировинна база області складається:

- корисних копалин паливно-енергетичного напрямку (газ, нафта, конденсат, торф) - 34,6 %,
- 47,8 % - сировина для виробництва будівельних матеріалів,
- 12,3 % - підземні води,
- 4,4 % - гірничо-хімічні корисні копалини (кам'яна, калійна та магнеєва сіль, карбонатна сировина для вапнування кислих ґрунтів, карбонатна сировина для цукрової промисловості, сірка),
- 0,88 % – гірничорудні корисні копалини.

Рослинний та тваринний світ

Для збереження флори і фауни в Івано-Франківській області створено більш ніж 450 одиниць природоохоронних територій. В області нараховується 456 заповідних територій та об'єктів загальною площею 195,633 тис. га, з них 30 – загальнодержавного значення площею 108,742 тис. га та 426 – місцевого значення площею 86,890 тис. га, у тому числі 1 – природний заповідник Горгани (заповідник); 3 – національні природні парки (Карпатський національний природний парк, Гуцульщина, Галицький національний природний парк, з 2009 року Національний природний парк "Синьогора", з 2010 року також Верховинський національний природний парк), 3 – регіональні ландшафтні парки (Дністровський та Поляницький), 60 заказників (Яблунівський ботанічний заказник, Яйківський ботанічний заказник, Тавпиширківський ботанічний заказник, ландшафтний заказник

загальнодержавного значення – "Грофа"), 181 пам'ятка природи, 5 дендрологічних парків, 8 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва, 195 заповідних урочищ.

Частина гірської території області площею 503 км² виділена в Карпатський природний національний парк. Він охоплює верхів'я річок Пруту і Чорного Черемошу з г. Говерлою.

Завдання парку – сприяти збереженню ландшафтів, рослинного і тваринного світу, створювати відповідні умови для відпочинку і туризму, для ознайомлення з природними багатствами, культурними й історичними пам'ятниками.

Івано-Франківська область об'єднує гірські, передгірні та рівнинні ландшафти. Кожному з них властивий свій специфічний рослинний покрив. На території області одночасно виростають бореальні і європейські неморальні, монтанні, гірсько-диз'юнктивні та степові види. До бореального типу географічних елементів належать насамперед ялина (смерека) європейська, сосна звичайна, сосна кедрова, брусниця, квасениця, грушанка середня, тирлич язичковий, калина та інші. Тут виростають такі цікаві й рідкісні види, як мешканець хвойних лісів Українських Карпат папороть, блехнум колосистий (*Blechnum spicant*), грушанка круглолиста (*Pyrola rotundifolia*), одноквітка звичайна (*Moneses uniflora*). У Карпатах біля підніжжя полонини Пожижевської на верхній межі ялинового лісу трапляється рідкісна ліннея північна (*Linnaea borealis*). До європейського типу географічних елементів належать рослини, які характерні для широколистяних лісів (букових, дубових, грабових). Це насамперед бук лісовий, граб звичайний, дуби звичайний та скельний, липи серцелиста та європейська, явір, тис ягідний. Останній у значній кількості на території

Івано-Франківщини зберігся лише на Передкарпатті, в околицях Коломиї (Княздвір). Серед трав'янистих видів відзначимо цікаві види, які поширені, передусім, у гірській місцевості: стрептопус листообгортний

(*Streptopus amplexifolius*), живокіст серцевидний (*Symphytum cordatum*), первоцвіт високий (*Primula elatior*), звичайна супутниця широколистяних лісів переліска багаторічна (*Mercurialis perennis*) та інші.

Різноманіття тваринного світу тісно пов'язане з умовами клімату й рослинним покривом, з рельєфом, наявністю води та іншими компонентами екосистем. Кожному типу місцевості відповідає характерна фауна. До складу фауни хребетних Івано-Франківщини належить 328 видів, зокрема, 49 риб, 15 земноводних, 11 плазунів, 287 птахів, 66 ссавців.

У басейні Дністра водяться різноманітні види риб: українська мінога, стерлядь, форель струмкова, форель райдужна, щука, плітка, веризуб, вівсянка, краснопірка, лин, марена, судак, окунь, бички, карась, в'юн, сом, йорж, короп, гловень, верховодка, рибець, миньок, носар

Швидка течія, кам'янисте, рідке мулисте дно, бідність планктону й слабо розвинена рослинність визначили склад іхтіофауни. Тут поширені ріофільні, всеїдні види, що відкладають ікру на кам'янистий або голонопіщаний субстрат. На рослинність відкладають ікру близько 20% видів риб.

До складу фауни хребетних Івано-Франківщини в її сучасних адміністративних межах належить 328 видів, зокрема: риб – 49, земноводних – 15, плазунів – 11, гніздових птахів – 187, звірів – 66.

Відстань до найблищого об'єкту ПЗФ 48,01 км на південний схід – НПП "Дністровський каньйон".

Розвиток альтернативної енергетики з біоресурсів

На даний час в Івано-Франківській області діють декілька підприємств, які виробляють альтернативні джерела енергії для отримання електричної і теплової енергії. Одним з них є біогазовий завод компанії «Гудвеллі Україна» потужністю 1,1 МВт в с. Копанки Калуського району. Біогазова установка на підприємстві працює на відходах функціонування ферми, використовується для виробництва біогазу та вироблення електроенергії і тепла від його

спалювання. У 2016 році нею вироблено 2,5 млн. кВт/год. електроенергії та 5,7 тис. Гкал теплової енергії.

Розрахунок приземних концентрацій ЗР

Розрахунок приземних концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі, що викидаються стаціонарним джерелами виконували за методикою [28]. А саме, максимальне значення приземної концентрації C_m (мг/м³) забруднюючої речовини при викиді за різних умов від точкового джерела, за несприятливих метеорологічних умов на відстані X_m (м) від джерела визначали за алгоритмом (рис. Б.1).

Проте доцільність таких розрахунків перевіряли за співвідношенням між загальною кількістю викидів певної речовини зі всіх джерел віднесених до її ГДК:

$$M/\text{ГДК} > \Phi, \quad (\text{Б.1})$$

де

$$\Phi = 0,01 \times H, \text{ при } H \geq 10 \text{ м};$$

$$\Phi = 0,1, \text{ при } H \leq 10 \text{ м};$$

M – сумарна маса викидів речовини, г/с;

ГДК - максимальна разова гранично-допустима концентрація, мг/м³;

H – висота джерела викиду, м.

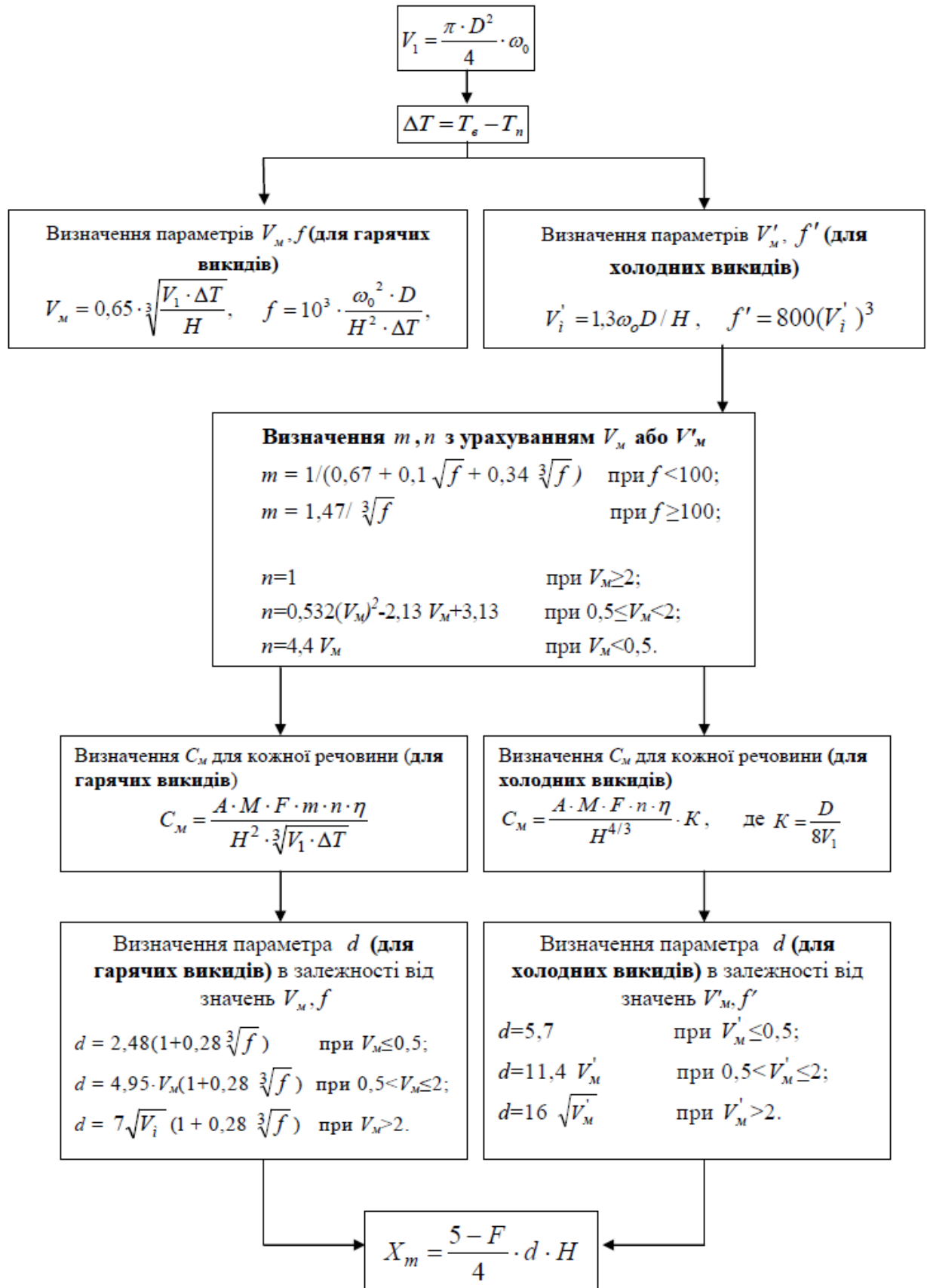


Рис.Б.1. Блок-схема розрахунку максимальної концентрації забруднюючих речовин

