

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З.ГЖИЦЬКОГО
Факультет агротехнологій та охорони довкілля**

Кафедра екології
та захисту довкілля
Допускається до захисту
«____» _____ 2025р.
Зав. кафедри _____
(підпис)

доцент, к.б.н. Петро ХІРІВСЬКИЙ
наук. ступ., вч. зв. (ініціали та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістр
(рівень вищої освіти)

**на тему «Екологічна оцінка впливу діяльності установки попередньої
підготовки газу «Коханівка» на стан атмосфери та заходи щодо її
покращення»**

Виконав студент групи Еко -62
спеціальності 101 «Екологія»
Ригайло Мар'ян Андрійович

Керівник Юрій САЛИГА
Консультант Лариса ГОРДІЙЧУК

Дубляни 2025

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
 Факультет агротехнологій та екології
 Кафедра екології
 Рівень вищої освіти «Магістр»
 Спеціальність 101 «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Завідувач кафедри
 доцент, к.б.н. Петро ХІРВСЬКИЙ
 «_____» _____ 2024р

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційна роботу студенту
Ригайлу Мар'яну Андрійовичу

1. Тема роботи: **«Екологічна оцінка впливу діяльності установки попередньої підготовки газу «Коханівка» на стан атмосфери та заходи щодо її покращення»**

Керівник кваліфікаційної роботи – Салига Юрій Тарасович, доктор біологічних наук, професор

Затверджені наказом по університету від «_____» _____ 202_р. № _____

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 10 грудня 2025 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

Літературні джерела, методики виконання досліджень, матеріали інвентаризації викидів забруднюючих речовин Установки попередньої підготовки газу-3 «Коханівка» Хідновицького газового промислу газового промислу ГПУ «Львівгазвидобування»

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)

ВСТУП

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Характеристика підприємств газової промисловості як джерела впливу на навколишнє середовище

1.2 Зменшення негативного впливу підприємств газової промисловості на навколишнє середовище

2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Загальна характеристика УППГ-3 «Коханівка» Яворівської діляниці Хідновицького газового промислу ГПУ «Львівгазвидобування»

2.2 Характеристика технологічного процесу на об'єкті

2.3 Фізико-географічна та кліматична характеристика місце розташування об'єкта

2.4 Методи досліджень

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин УППГ-3 «Коханівка»

3.2 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин УППГ-3 «Коханівка»

- 3.3** Характеристика викидів забруднюючих речовин УППГ-3 «Коханівка»
3.4 Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин УППГ-3 «Коханівка» в приземному шарі атмосферного повітря
3.5 Оцінка забруднення атмосферного повітря населених місць прилеглих до УППГ-3 «Коханівка»
3.6 Уточнення розмірів санітарно-захисної зони УППГ-3 «Коханівка»
3.7 Заходи щодо зменшення впливу УППГ-3 «Коханівка» на атмосферне повітря та впровадження сучасних технологій очищення
4 **ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ**
4.1 Аналіз охорони праці на підприємстві
4.2 Заходи щодо покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки
4.3 Захист населення у надзвичайних ситуаціях

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСАНИХ ДЖЕРЕЛ

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості: Рисунки(7))

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Примітка
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3	Юрій САЛИГА, професор кафедри екології			
4	Лариса ГОРДІЙЧУК, доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання 01 грудня 2024 р.

Календарний план

№п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Написання вступу та розділу «Огляд літератури»	20.12.24-20.05.25	
2	Написання розділу «Об'єкт та методи досліджень»	20.05.25-20.07.25	
3	Написання розділу «Результати досліджень»	20.07.25-20.10.25	
4	Написання розділу «Охорона праці та захист населення», підготовка висновків та списку використаних джерел	20.10.25-10.12.25	

Студент _____ Мар'ян РИГАЙЛО
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Юрій САЛИГА
(підпис)

УДК 628.44:504.06

Екологічна оцінка впливу діяльності установки попередньої підготовки газу «Коханівка» на стан атмосфери та заходи щодо її покращення. Ригайло М.А. Кваліфікаційна робота. Кафедра екології та захисту довкілля. Дубляни, Львівський НУВМБ імені С.З. Гжицького, 2025.

67 ст. текст. част., 12 таблиць, 7 рисунків, 31 джерело.

Проведено оцінку впливу діяльності Установки попередньої підготовки газу «Коханівка» Яворівської ділянки Хідновицького газового промислу на стан атмосфери. Подано характеристику об'єкта як джерела забруднення атмосфери, ідентифіковано основні забруднюючі речовини атмосферного повітря, джерела їх утворення та викидів. Проведено розрахунки розсіювання забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери та оцінку стану атмосферного повітря в районі розташування об'єкти. Проведено уточнення розмірів санітарно-захисної зони. Запропоновано заходи щодо зменшення впливу УППГ-3 «Коханівка» на атмосферне повітря та впровадження сучасних технологій очищення.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1 Характеристика підприємств газової промисловості як джерела впливу на навколишнє середовище.....	9
1.2 Зменшення негативного впливу підприємств газової промисловості на навколишнє середовище.....	11
2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	14
2.1 Загальна характеристика УППГ-3 «Коханівка» Яворівської дільниці Хідновицького газового промислу ГПУ «Львівгазвидобування».....	14
2.2 Характеристика технологічного процесу на об'єкті	19
2.3 Фізико-географічна та кліматична характеристика місце розташування об'єкта.....	23
2.4 Методи досліджень.....	26
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	28
3.1 Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин УППГ-3 «Коханівка»	28
3.2 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин УППГ-3 «Коханівка»	31
3.3 Характеристика викидів забруднюючих речовин УППГ-3 «Коханівка».....	32
3.4 Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин УППГ-3 «Коханівка» в приземному шарі атмосферного повітря	33
3.5 Оцінка забруднення атмосферного повітря населених місць прилеглих до УППГ-3 «Коханівка»	39

3.6	Уточнення розмірів санітарно-захисної зони УППГ-3 «Коханівка»	48
3.7	Заходи щодо зменшення впливу УППГ-3 «Коханівка» на атмосферне повітря та впровадження сучасних технологій очищення.....	50
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ.....	54
4.1	Аналіз охорони праці на підприємстві.....	54
4.2	Заходи щодо покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки.....	56
4.3	Захист населення у надзвичайних ситуаціях.....	58
	ВИСНОВКИ.....	61
	СПИСОК ВИКОРИСАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	64

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах посилення антропогенного впливу на довкілля та інтенсивного використання природних ресурсів проблема раціонального природокористування й охорони навколишнього середовища набуває особливої актуальності та стає однією з найважливіших економічних, соціальних і правових проблем сучасності. Природне середовище є ключовим фактором, від якого безпосередньо залежить розвиток економіки та здоров'я населення. Атмосферне повітря, як один із основних природних ресурсів, зазнає значного антропогенного навантаження, особливо в промислово розвинених регіонах, де рівень забруднення перевищує межі адаптаційних можливостей екосистем. Надмірне накопичення шкідливих речовин у повітрі спричиняє глобальне забруднення атмосфери, що призводить до деградації лісових екосистем, зниження родючості ґрунтів та створює реальну загрозу здоров'ю населення. Подальший розвиток цих процесів може мати планетарний масштаб [1, 27].

На сучасному етапі важливим завданням є визначення рівня впливу окремих промислових підприємств на стан довкілля, прогнозування можливого забруднення атмосферного повітря викидами та розроблення заходів щодо зниження шкідливого впливу стаціонарних джерел забруднення. Підприємства з видобутку природного газу та системами його очищення належать до значних джерел негативного впливу на навколишнє середовище [25, 26]. Тому питання поліпшення екологічного стану таких об'єктів необхідно вирішувати ще на стадії проектування або реконструкції, під час вибору технологій, матеріалів і обладнання з урахуванням екологічної безпеки. Одночасно важливим є впровадження оптимальних технологічних рішень, що не лише забезпечує стабільну роботу підприємства, а й сприяє його подальшому розвитку.

Для запобігання негативному впливу забруднюючих речовин на довкілля чинним законодавством передбачено систему контролю за

викидами на джерелах їх утворення та у визначених контрольних точках. В обов'язковому порядку для всіх підприємств розробляються нормативи граничнодопустимих і тимчасово погоджених викидів забруднюючих речовин (ГДВ і ТПВ).

Метою даної роботи є проведення екологічної оцінки впливу виробничої діяльності установки попередньої підготовки газу УППГ-3 «Коханівка» Яворівської дільниці Хідновицького газового промислу ГПУ «Львівгазвидобування» на стан атмосфери з метою підготовки заходів щодо зниження негативного впливу. Основними завданнями дослідження є ідентифікація джерел утворення та викидів забруднюючих речовин, характеристика цих викидів, розрахунок рівнів забруднення атмосферного повітря в зоні впливу підприємства, а також уточнення меж санітарно-захисної зони, підготовка заходів щодо зменшення впливу УППГ-3 «Коханівка» на атмосферне повітря та впровадження сучасних технологій очищення.

Об'єктом дослідження виступає УППГ-3 «Коханівка», що здійснює підготовку газу з 12 свердловин Хідновицького та 5 свердловин Східно-Довгівського родовищ із подальшим транспортуванням у систему газопроводів середнього тиску. Предметом дослідження є технологічні процеси підготовки газу з погляду їх впливу на довкілля.

Наукова новизна роботи полягає в проведенні екологічної оцінки впливу діяльності установки комплексної підготовки газу на стан атмосфери. У межах дослідження ідентифіковано основні забруднюючі речовини, здійснено розрахунок їхніх викидів і поширення у приземному шарі повітря, а також оцінено рівень забруднення атмосфери в населених пунктах.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Характеристика підприємств газової промисловості як джерела впливу на навколишнє середовище

Газова промисловість, незважаючи на відносно невелику частку у загальному обсязі промислових викидів (приблизно 1–2%), має суттєвий екологічний вплив, оскільки більшість її технологічних процесів є екологічно небезпечними. Сфера видобутку, транспортування, зберігання та переробки природного газу супроводжується різноманітними впливами на природне середовище, які проявляються у зміні стану повітря, ґрунтів, водних ресурсів і біосфери в цілому. До найбільш екологічно навантажених етапів належать геологорозвідувальні роботи, безпосередній видобуток газу, транспортування, підземне зберігання і переробка вуглеводневої сировини [2, 25 - 28].

Газова промисловість є складною системою, що складається з багатьох підсистем, кожна з яких впливає на навколишнє середовище по-своєму. Для комплексного аналізу взаємодії у системі «газова промисловість – довкілля» необхідно розглядати всі елементи цієї системи як взаємопов'язані складові.

Сучасний розвиток паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) України та світу базується на вдосконаленні технологій розвідки й експлуатації родовищ, впровадженні нових методів пошуку покладів, освоєнні важковидобувних і нетрадиційних джерел газу, таких як газові гідрати, вугільний метан або шельфові родовища. Водночас, газова промисловість залишається стратегічно важливою для економічної стабільності країни, однак її розвиток супроводжується серйозними екологічними ризиками.

Однією з головних проблем галузі є зношеність інфраструктури, особливо трубопровідної транспортної системи, яка потребує модернізації через технологічне старіння, корозію та зростання кількості аварій. Будівництво і експлуатація трубопроводів, компресорних станцій,

допоміжних споруд та доріг супроводжується порушенням природного рельєфу, деградацією ґрунтово-рослинного покриву, забрудненням ґрунтів будівельними відходами і паливно-мастильними матеріалами, а також зміною гідрологічного режиму територій.

Пошуково-розвідувальні роботи часто призводять до деградації ландшафтів через порушення верхнього шару ґрунту, утворення ерозійних форм, термокарстів, зсувів, просідань і забруднення буровими розчинами. У процесі буріння й облаштування свердловин використовуються хімічно активні реагенти, що можуть потрапляти у водоносні горизонти, змінюючи їхній хімічний склад.

Під час видобутку природного газу утворюються шкідливі викиди в атмосферу: оксиди азоту, вуглецю, сірки, леткі органічні сполуки. Газоконденсатні родовища становлять додаткову небезпеку через ризик розливів конденсату, витоків газу, аварій при продувках свердловин і згорянні газу на факелах [2, 3].

Вплив підприємств газової промисловості на атмосферу проявляється також у викидах вихлопних газів будівельної техніки, роботі котелень, зварювальних агрегатів і пересувних електростанцій. Джерелами вуглеводнів у повітрі є склади пального, автозаправки, паливні баки техніки.

Не менш значними є ризики, пов'язані з транспортом газу. Під час будівництва газопроводів спостерігається порушення рельєфу, знищення рослинного покриву, утворення зсувів і ерозійних процесів. У процесі експлуатації трубопроводів небезпеку становлять аварії з витокami газу, займанням та вибухами, що призводить до термічного впливу на довкілля. Радіус зони ураження при вибухах може сягати кількох сотень метрів, а площа руйнування — десятків тисяч квадратних метрів [3, 13, 14].

Компресорні станції є постійними джерелами забруднення через згоряння паливного газу. Викиди оксидів азоту, вуглецю, сірки та сполук важких металів утворюють хімічно агресивні домішки, що можуть переноситися на значні відстані. Окрім цього, трубопроводи зазнають

корозійного зносу, що спричиняє просідання, деформацію ґрунтів, руйнування рослинного шару та зміни ландшафтної структури [3, 10].

У результаті впливу газотранспортних об'єктів на довкілля можуть спостерігатися три основні типи екологічної реакції:

- адаптаційна, коли екосистема тимчасово змінює параметри рівноваги;
- відновна, коли відбувається повне повернення природних систем у початковий стан;
- частково відновна або незворотна, коли екосистема зазнає тривалих або необоротних змін.

Таким чином, діяльність підприємств газової промисловості створює складний комплекс екологічних проблем, що охоплюють атмосферу, ґрунти, води та біорізноманіття. Для мінімізації цього впливу необхідний системний екологічний моніторинг, модернізація обладнання, підвищення енергоефективності технологій і дотримання міжнародних екологічних стандартів.

1.2 Зменшення негативного впливу підприємств газової промисловості на навколишнє середовище

У сучасних умовах розвитку енергетичного сектору пріоритетним завданням стає мінімізація екологічного навантаження, яке створюють підприємства газової промисловості. Основна мета природоохоронних заходів полягає у скороченні обсягів шкідливих викидів, запобіганні аваріям на газотранспортних мережах та підвищенні екологічної безпеки всіх технологічних процесів — від видобутку до транспортування й переробки газу [11, 10, 23].

За останні роки проведено низку досліджень, спрямованих на зменшення емісій забруднюючих речовин, зокрема продуктів згоряння на компресорних станціях. Одним із сучасних підходів є визначення критичних екологічних навантажень для різних типів екосистем. Це дозволяє

встановити максимально допустимі рівні концентрацій сполук азоту, сірки та інших поллютантів, при яких природні системи зберігають здатність до самовідновлення. Такі розрахунки проводяться для різних комбінацій ґрунтів, рослинності та кліматичних умов, що дає змогу оцінити стійкість екосистем і встановити пріоритети щодо скорочення забруднень [2, 10, 26].

Оскільки сполуки, що утворюються внаслідок промислових процесів, здатні переноситися на великі відстані, питання зменшення викидів потребує не лише локальних, але й регіональних та міжнародних рішень. У цьому контексті все більшого значення набувають еколого-економічні оптимізаційні моделі, які дають змогу поєднати екологічну ефективність заходів із їхньою економічною доцільністю.

Суттєвим напрямом підвищення екологічної безпеки є запобігання аваріям на газопроводах. Аналіз просторового розподілу аварій показує, що вони часто приурочені до геологічно активних зон, зокрема розломів земної кори. Врахування цих факторів під час проектування нових трас трубопроводів дозволяє істотно знизити геоекологічні ризики та рівень аварійності.

На газопереробних підприємствах здійснюється вдосконалення технологічних процесів очищення природного газу — видалення пилу, сірководню, вуглекислого газу та інших домішок. Завдяки цьому мінімізується забруднення атмосферного повітря, а також утворюються додаткові цінні продукти — гелій, метанол, зріджений природний газ, синтетичні вуглеводні.

Важливою складовою природоохоронної діяльності є екологічно орієнтоване проектування газотранспортних систем. Воно передбачає оптимальне розміщення об'єктів, мінімальне порушення природного рельєфу, рекультивацію земель після будівництва, відновлення рослинності та формування антропогенних ландшафтів, які гармонійно поєднуються з природними екосистемами [29, 30].

Зменшення негативного впливу газової промисловості на довкілля можливе завдяки комплексу взаємопов'язаних дій: модернізації обладнання, впровадженню технологій замкненого водопостачання, встановленню систем очищення газів і стоків, автоматизованому моніторингу стану повітря, води й ґрунтів, а також посиленню державного та корпоративного екологічного контролю.

Таким чином, головним завданням сучасної газової галузі є забезпечення сталого розвитку, який поєднує економічну ефективність з екологічною відповідальністю. Лише впровадження інноваційних, енергоефективних і природоохоронних технологій дасть змогу істотно знизити вплив газової промисловості на навколишнє середовище та зберегти природні ресурси для майбутніх поколінь.

2. ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Загальна характеристика УППГ-3 «Коханівка» Яворівської дільниці Хідновицького газового промислу ГПУ «Львівгазвидобування»

Промисловий майданчик установки попередньої підготовки газу УППГ-3 «Коханівка» Яворівської дільниці Хідновицького газового промислу ГПУ «Львівгазвидобування» розташований у північно-західній частині від села Коханівка Яворівського району Львівської області. На північний схід від об'єкта, неподалік від газорозподільної станції (ГРС) та самої установки, розміщене село Вовча Гора того ж району. Територія промайданчика межує із сільськогосподарськими угіддями, а частково — з вільними, неосвоєними землями, що дає змогу зберегти певну ізольованість промислового об'єкта від житлової забудови.

Рельєф місцевості рівнинний, що сприяє зручному розташуванню виробничих споруд та транспортних комунікацій. Усі внутрішньомайданчикові дороги, а також під'їзні шляхи мають тверде покриття, що забезпечує безпечний та цілорічний доступ до об'єкта. По периметру території встановлено металеву сітчасту огорожу, яка виконує функцію охорони та обмеження доступу сторонніх осіб.

Установка функціонує в цілодобовому режимі — 365 днів на рік. Робота організована позмінно: у кожну зміну задіяно 4 працівники, тривалість зміни становить 12 годин. Такий режим забезпечує безперервний технологічний процес попередньої підготовки природного газу, стабільність його параметрів і своєчасне транспортування у газотранспортну систему.

Згідно з вимогами чинного законодавства України, а саме «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів» № 173 від 19 червня 1996 року та наказу МОЗ України № 362 від 2 липня 2007 року, нормативна санітарно-захисна зона для підприємств, що здійснюють видобуток природного газу та мають на своїй території установки очищення

газу, становить 1000 метрів від джерел потенційного забруднення до меж житлової забудови або інших об'єктів, прирівняних до неї. Дотримання цього нормативу є обов'язковим для гарантування безпечних умов проживання населення, мінімізації впливу викидів, шуму та інших виробничих факторів.

Для оцінки екологічного стану території підприємства та визначення впливу виробничих процесів на довкілля було виконано ситуаційну карту-схему розташування об'єкта у масштабі 1:1000. На карті позначено межі промислового майданчика, основні технологічні споруди, місця розташування джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу, а також координатну сітку, що дозволяє точно ідентифікувати положення об'єкта на місцевості (рисунок 2.1).

Крім того, територія проммайданчика спланована з урахуванням природно-кліматичних та гідрогеологічних умов місцевості. Це дозволяє ефективно організувати дренаж поверхневих вод, запобігти підтопленню споруд і зменшити ризики вторинного забруднення ґрунтів. Поблизу підприємства відсутні водотоки чи водойми, що додатково знижує екологічну небезпеку можливого потрапляння шкідливих речовин у водне середовище.

Загалом, розміщення УППГ-3 «Коханівка» обране з урахуванням екологічних, санітарних і технологічних вимог, що забезпечує безпечну експлуатацію установки, мінімальний вплив на довкілля та комфортні умови для населення прилеглих населених пунктів.

На ситуаційній карті-схемі, виконаній у масштабі 1:10 000, відображено просторове розташування основних об'єктів території, що входять до зони впливу промислового майданчика УППГ-3 «Коханівка». На схемі чітко позначені межі житлової забудови сіл Коханівка та Вовча Гора, територія виробничого майданчика установки попередньої підготовки газу, а також контури нормативної та санітарно-захисної зони підприємства.

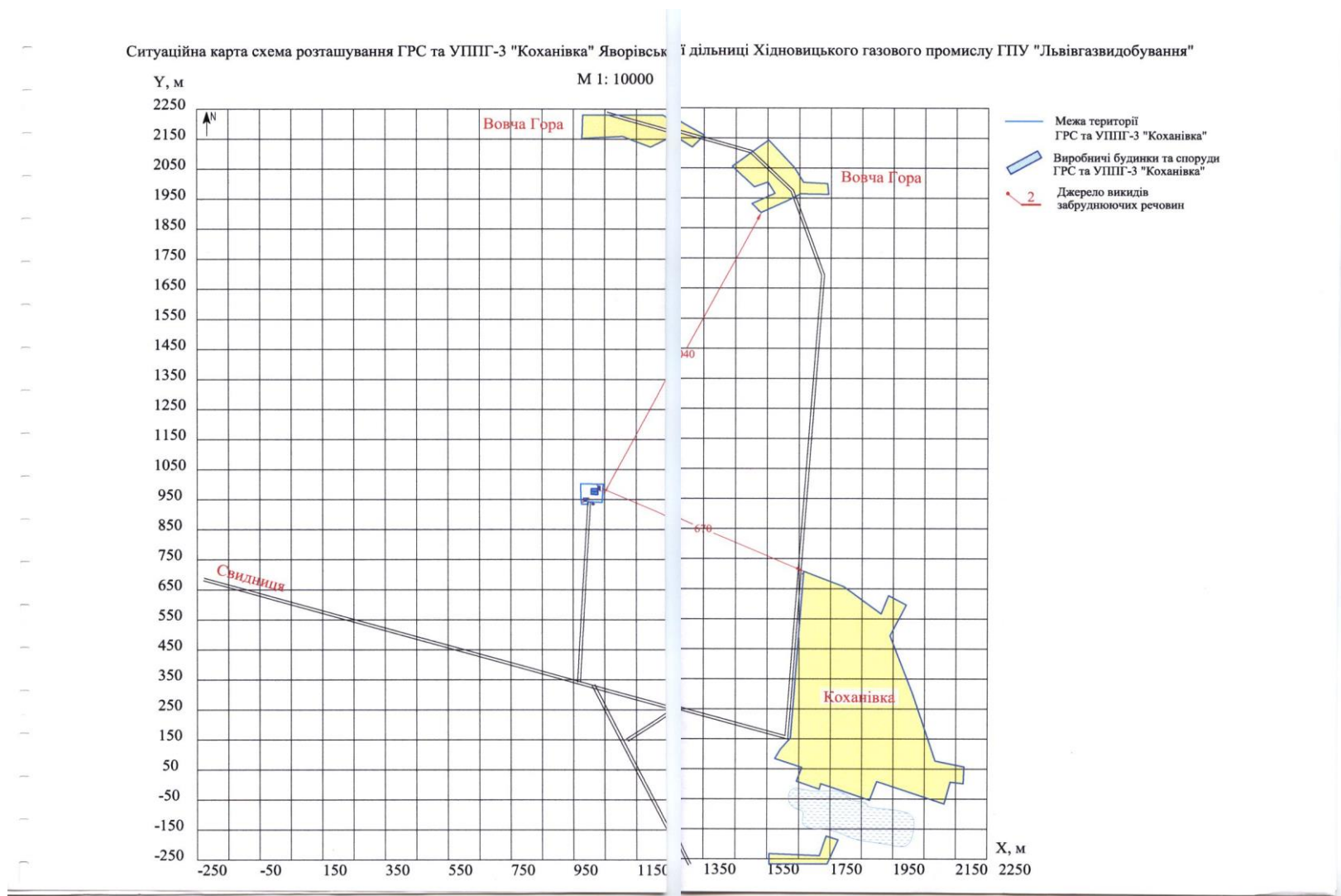
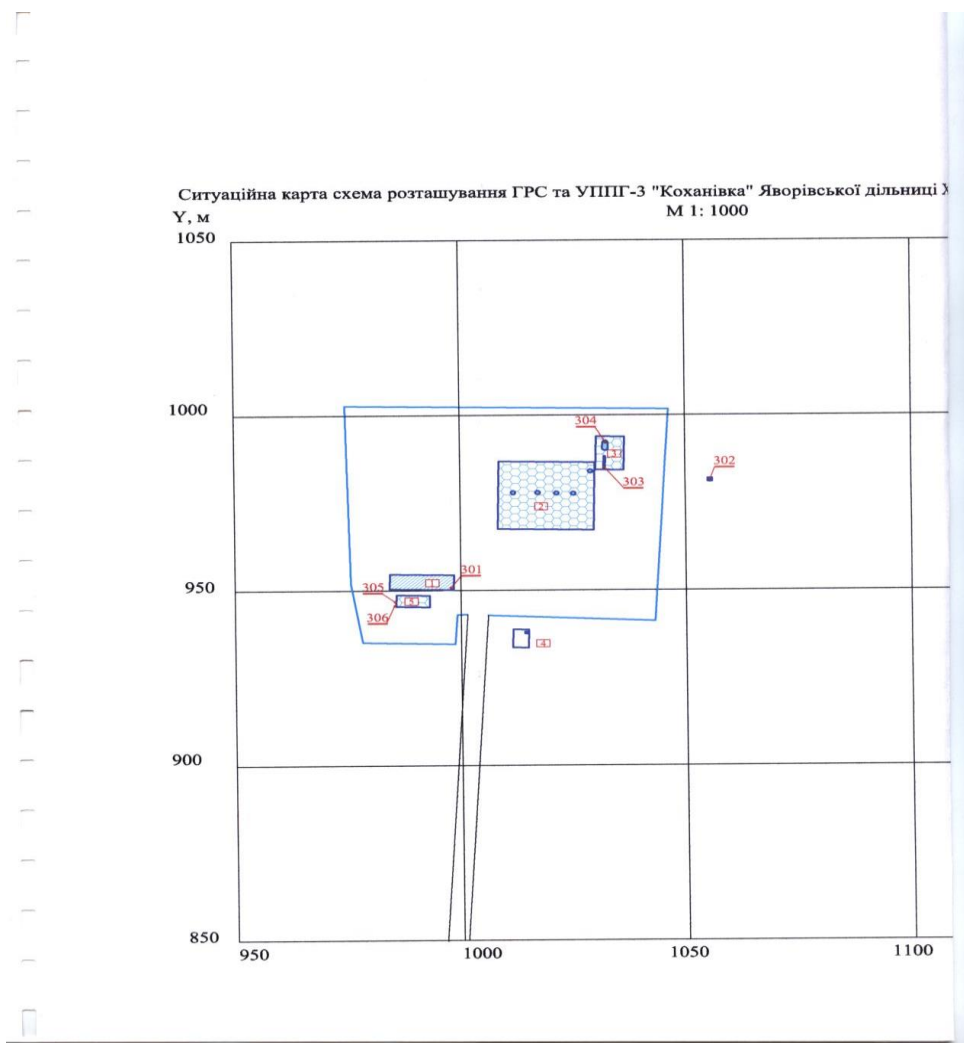


Рисунок 2.1 Ситуаційна карті-схема розташування УППГ-3 «Коханівка»

Така карта дозволяє візуально оцінити ступінь територіальної наближеності населених пунктів до промислового об'єкта, визначити напрямки можливого розсіювання викидів забруднюючих речовин, а також оцінити відповідність фактичного розміщення підприємства санітарно-екологічним вимогам.

Крім того, на схемі відображено транспортну інфраструктуру — під'їзні дороги з твердим покриттям, що з'єднують УППГ з основними магістралями, а також прилеглі сільськогосподарські угіддя та незабудовані території, які формують природний буфер між виробничою зоною та житловими кварталами.

Завдяки деталізації елементів карта-схема (рисунок 2.2) може використовуватись для екологічного моніторингу, планування заходів із зменшення впливу виробництва на навколишнє середовище.



Усі джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на території газорозподільної станції (ГРС) та установки попередньої підготовки газу УППГ-3 «Коханівка» Яворівської ділянки Хідновицького газового промислу ГПУ «Львівгазвидобування» класифікуються за характером дії на постійно діючі та періодично діючі (тимчасові) джерела.

До постійних джерел відносяться ті, що функціонують упродовж усього виробничого циклу — зокрема, технологічні установки, які забезпечують процес очищення, стабілізації та транспортування природного газу. Періодичні джерела, своєю чергою, активізуються лише під час проведення певних технологічних операцій, наприклад, продування, стравлювання газу або технічного обслуговування обладнання.

Забруднення атмосферного повітря може виникати внаслідок короточасних викидів природного газу (метану), парів метанолу (спирту метилового), одоранту (етилмеркаптану) та діетиленгліколю. Такі викиди відбуваються виключно під час технологічного продування або стравлювання через продувочні свічки, і тривають не більше 20 хвилин. При цьому одночасна робота кількох джерел періодичних викидів виключається — у кожен момент часу діє лише одне джерело.

На проммайданчику ГРС та УППГ-3 «Коханівка» наразі виявлено шість організованих джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, з яких:

одне джерело — постійно діюче (організоване, функціонує у штатному режимі роботи обладнання);

п'ять джерел — періодично діючі, що активізуються під час регламентних технологічних операцій або профілактичних робіт.

Варто зазначити, що серед речовин, які можуть потрапляти в атмосферу внаслідок роботи цих джерел, не виявлено сполук із сумарним (синергічним) біологічним ефектом при одночасній присутності у повітрі. Це свідчить про обмежений потенціал комбінованої токсичної дії на довкілля та персонал підприємства.

Загалом, система організації джерел викидів на ГРС та УППГ-3 «Коханівка» відповідає вимогам екологічної безпеки, а технологічні процеси спроектовані таким чином, щоб мінімізувати тривалість та інтенсивність викидів у навколишнє середовище.

2.2 Характеристика технологічного процесу на об'єкті

Установка попередньої підготовки газу (УППГ-3) «Коханівка» є важливим технологічним об'єктом, який забезпечує комплексну підготовку природного газу, що надходить із 12 свердловин Хідновицького газового родовища та 5 свердловин Східно-Довгівського родовища, з подальшим транспортуванням очищеного газу до системи газопроводів середнього тиску.

Фактична потужність установки становить 15 млн м³ газу на рік, а річні витрати природного газу на власні технологічні потреби (включаючи паливний газ, продувки та стравлювання) сягають 347,039 тис. м³/рік. Це відповідає сучасним нормативам ефективності використання енергоресурсів на об'єктах такого типу.

Склад технологічного комплексу УППГ-3 «Коханівка». Установка є важливим технологічним об'єктом, який забезпечує комплексну підготовку природного газу, що надходить із 12 свердловин Хідновицького газового родовища та 5 свердловин Східно-Довгівського родовища, з подальшим транспортуванням очищеного газу до системи газопроводів середнього тиску.

Фактична потужність установки становить 15 млн м³ газу на рік, а річні витрати природного газу на власні технологічні потреби (включаючи паливний газ, продувки та стравлювання) сягають 347,039 тис. м³/рік. Це відповідає сучасним нормативам ефективності використання енергоресурсів на об'єктах такого типу.

Склад технологічного комплексу УППГ-3 «Коханівка». До технологічної частини промислового майданчика входять такі основні об'єкти:

- ✓ Газорозподільна гребінка для підключення шлейфів свердловин;
- ✓ Газорозподільна станція (ГРС), де відбувається регулювання тиску та одоризація газу перед подачею споживачам;
- ✓ Газосепаратори першої та другої ступенів очищення, призначені для видалення механічних домішок і крапельної вологи;
- ✓ Метанольна установка з ємністю для зберігання метанолу, який використовується як інгібітор гідратуутворення;
- ✓ Одоризаційна установка «Флоутек-ТМ-Д» та резервуар для одоранту;
- ✓ Продувочні свічки для безпечного стравлювання газу під час технічного обслуговування;
- ✓ Пункт заміру та обліку газу;
- ✓ Котельня приміщення операторної;

Дренажна система для збору та відведення рідинних відходів.

Технологічний процес підготовки газу. Газ із 12 свердловин Хідновицького родовища під тиском 0,3–0,6 МПа надходить по газозбірних колекторах (ДУ 100–219 мм) на установку.

На вході розміщена розширююча камера, де осідають крапельна рідина та тверді частки. Зібрана рідина відводиться у дренажну ємність через трубопровід ДУ 50 мм.

Далі газ потрапляє у сепаратор першої ступені очищення, після якого проходить через вузол вимірювання об'єму та редукування тиску до 0,2–0,3 МПа.

Після другої ступені очищення газ спрямовується до пункту заміру витрат, потім на одоризаційну установку, де додається одорант для забезпечення безпеки експлуатації, і вже очищений газ подається у систему середнього тиску.

Газ із 5 свердловин Східно-Довгівського родовища подається по колектору ДУ 89 мм, проходить через вхідну засуву та регулятор тиску (25–30 кг/см²), після чого потрапляє до сепаратора першої ступені.

Після очищення можливі два варіанти подальшої подачі:

У зимовий період — через вузол редукування, де тиск знижується до 2–3 кг/см², із подальшим змішуванням з основним потоком Хідновицького газу;

У літній період — безпосередньо в газопровід УМГ «Львівтрансгаз» після замірного вузла.

Для запобігання гідратуутворенню в колекторах здійснюється дозована подача метанолу з інгібіторного бачка через засуви в трубопроводи на вузлі редукування.

Система утилізації супутньої пластової води (СПВ). На проммайданчику передбачена утилізація супутньої пластової води шляхом її закачування у відпрацьовані горизонти газоносного пласту або використання під час капітальних ремонтів свердловин.

Річний обсяг видобутку СПВ становить 186,5 м³, а закачування здійснюється у нагнітальну свердловину №37 – Летня.

Система водопостачання включає технічне водопостачання в обсязі 200 л/добу та господарсько-питне — 730 л/добу.

Короткочасне забруднення атмосферного повітря можливе лише під час 15-хвилинного циклу роботи одного джерела залпового викиду, що включає викиди метану, парів метанолу та одоранту.

Таким чином, УППГ-3 «Коханівка» — це сучасний об'єкт із чітко налагодженими технологічними процесами підготовки природного газу, системою контролю за викидами, а також передбаченими заходами екологічної безпеки, що забезпечують мінімальний вплив на довкілля. Газ із 12 свердловин Хідновицького родовища під тиском 0,3–0,6 МПа надходить по газозбірних колекторах (ДУ 100–219 мм) на установку.

У технологічному процесі експлуатації установки попередньої підготовки газу використовуються різноманітні види сировини та допоміжних матеріалів, необхідних для забезпечення безперебійної роботи обладнання і стабільної якості підготовленого природного газу. Дані про обсяги використання основної сировини, допоміжних речовин і матеріалів, що застосовуються у виробничому циклі, подано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Сировина, допоміжні матеріали, які необхідні для випуску продукції

№ З/П	Сировина, допоміжні матеріали	Призначення	Умови зберігання-ня	Річне викори- стання	Наявність документації, що регламентує вимоги санітарного законодавства
1	Природний газ	Використовується для вироблення теплової енергії, продувки свердловин і сепараторів, а також для продувки метанольних та одоризаційних ємностей	Газотранспортна мережа	347,039 тис. м ³	ГОСТ 5542-87
2	Етантіол (етилмерка- птан)	Застосовується для одоризації газу з метою надання йому характерного запаху	Зберігається в спеціальній ємності	64,0 кг	ТУ 6-09-13-311-74
3	Спирт метиловий	Використовується для запобігання гідратуутворенню у газозбірних колекторах та трубопроводах	Метанольний бачок	10 400,0 кг	ТУ 113-05-323-77

2.3 Фізико-географічна та кліматична характеристика місце розташування об'єкта

Установка попередньої підготовки газу УППГ-3 «Коханівка» Яворівської ділянки Хідновицького газового промислу ГПУ «Львівгазвидобування» розташована на північний захід від села Коханівка Яворівського району Львівської області. На північний схід від об'єкта знаходиться село Вовча Гора цього ж району. Територія належить до зони Розточчя — унікального природного регіону, що поєднує риси височинного рельєфу та помірно-континентального клімату.

Фізико-географічне положення. Згідно з фізико-географічним районуванням України, територія об'єкта входить до Розтоцького району Розтоцько-Опільської геоботанічної області, а за геоморфологічним поділом — до горбистого пасма Розточчя Волинсько-Подільської височини. Ця територія характеризується складним рельєфом, чергуванням пагорбів і терас, наявністю ярів та долин малих річок.

Розточчя розташоване між Малополіською та Надсянською низинами, підносячись над ними на 100–120 м і досягаючи висот до 400 м над рівнем моря. Саме тут проходить Головний Європейський вододіл, що розмежовує басейни Чорного і Балтійського морів. Довжина Розтоцького пасма сягає 75 км, ширина — від 15–17 км у районі Рави-Руської до 40 км у межах Жовкви та Новояворівська. УППГ-3 розташована у центральній, найширшій частині Львівського Розточчя, безпосередньо в зоні проходження вододілу.

Геологічна та геоморфологічна будова. У геологічній структурі регіону беруть участь маастрихтські, третинні та четвертинні відклади, представлені пісками, глинами та алювіальними суглинками. Неогенові утворення складаються з морських шарів середнього й верхнього міоцену, тоді як льодовикові відклади нижнього плейстоцену містять моренові суглинки, гальку та піски.

У долині річки Верещиці поширені алювіальні та алювіально-болотні відклади голоцену, а на надзаплавних терасах — еолові лесоподібні породи. На піщаних і супіщаних ґрунтах сформувалися корінні соснові ліси, а на болотних — чорновільхові та вільхові угруповання, що мають важливе геоботанічне значення.

Гідрографічна мережа. Головним водним об'єктом, який дрениє територію розташування УППГ-3, є річка Верещиця — права притока Дністра, що належить до Чорноморського басейну. Поверхневі води пов'язані переважно з долинами малих річок і потоків, більшість яких не має постійного стоку. У вододільній частині трапляються невеликі ставки природного або штучного походження.

Водозбірні площі річок малі (до 150 км²), а їхні притоки короткі й часто тимчасові. У посушливі періоди більшість водотоків пересихає, зберігаючись лише у вигляді коротких джерельних потічків.

Ґрунтовий покрив. Ґрунти в межах території підприємства здебільшого добре дреновані. Уздовж річкових долин трапляються суглинки з низькою водопроникністю, що спричиняє часткове заболочування.

Ґрунтовий покрив різноманітний: переважають слабодернові та середньодернові піщані ґрунти на четвертинних і третинних відкладах. Менш родючими є дерново-підзолисті та дерново-глинисто-піщані ґрунти, які найдоцільніше використовувати під лісові насадження. Загалом територія відзначається поєднанням лісових, лучних і болотних екосистем, що формують складну природну мозаїку.

Фізико-географічні межі регіону. Згідно з районуванням заходу України, Розточчя та Опілля межують:

- на північному сході — з районами Ратинського Полісся та Грядового Побужжя;
- на півдні — з районами Львівського та Бібрсько-Перемишлянського Опілля;
- на заході — з Надсянським районом Передкарпаття.

Розточчя входить до складу Західно-Української провінції лісостепової зони. У сучасній ландшафтній класифікації Львівщини воно належить до Подільської групи ландшафтів, серед яких виділяють Янівський тип, у межах якого розташований об'єкт. Цей тип характеризується хвилястим рельєфом, високою часткою лісистості та помітними слідами дністровського зледеніння.

Кліматичні умови. Клімат території помірно континентальний, з теплим вологим літом і м'якою сніжною зимою. На нього впливають як атлантичні повітряні маси із заходу, так і континентальні повітряні потоки зі сходу, що зумовлює нестійкість погодних процесів.

- Середня річна температура повітря становить $+7,5^{\circ}\text{C}$,
- Середня кількість опадів — 700–750 мм на рік,
- Найбільше опадів випадає в червні–липні (до 100–110 мм),
- Найменше — у січні–лютому (30–40 мм).

Найтепліший місяць — липень ($+17,7^{\circ}\text{C}$), найхолодніший — січень ($-4,2^{\circ}\text{C}$).

Сніговий покрив формується наприкінці листопада й зберігається 1,5–2,5 місяці, досягаючи висоти 20–30 см, іноді — до 50 см у лютому.

Хмарність у регіоні помірна — 61–64%, найбільша кількість сонячних днів спостерігається влітку (до 50%). Річний радіаційний баланс позитивний і становить близько 40 ккал/см^2 , що сприяє розвитку лісової рослинності. Випаровування за рік становить близько 550–560 мм, а опади перевищують його, що визначає надлишкове зволоження території [31].

Таким чином, місце розташування УППГ-3 «Коханівка» характеризується вигідними фізико-географічними умовами, наявністю природного водного дренажу, сприятливим кліматом і стабільними геологічними структурами, що забезпечують надійну роботу об'єкта та мінімальний вплив на навколишнє природне середовище.

2.4 Методи досліджень

Методи дослідження включали інвентаризацію викидів забруднюючих речовин в атмосферу при нормальному експлуатаційному режимі роботи технологічного обладнання згідно з рекомендованими методиками. Валові викиди визначали на основі експериментальних вимірів та частково розрахунково-балансовим методом за використанням палива, що застосовується в технологічних процесах.

Прямі інструментально-лабораторні вимірювання та відповідні розрахунки проводилися за методиками з використанням методичних матеріалів [5, 6, 9, 12, 16–19, 22, 24]. Вимірювання концентрації газоподібних забруднюючих речовин здійснювалося із застосуванням пробовідбірних трубок для внутрішньої фільтрації з дотриманням умови ізокінетичності відбору. Кількість послідовно відібраних проб у кожній точці становила не менше 7, що забезпечувало статистичну обробку результатів. Вимірювання швидкості та об'ємної витрати газів у газоходах проводили пневмометричним методом, який базується на визначенні динамічного тиску газу за допомогою пневмометричних трубок та мікроманометрів. Секундні викиди забруднюючих речовин визначалися за формулою $M_c = C \cdot L$, де C – концентрація забруднюючої речовини в газах, приведена до нормальних умов, г/м³, а L – об'ємна витрата газів, м³/с. Річні валові викиди розраховувалися за формулою $M_p = 3600 \cdot M_c \cdot T \cdot K \cdot 10^{-6}$, де T – річний фонд робочого часу, год, а K – коефіцієнт завантаження обладнання.

Викиди забруднюючих речовин від котлів, що працюють на газоподібному паливі, визначали за методикою «Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок» (ГКД 34.02.305–2002) [24]. При спалюванні палива в атмосферу надходять оксиди азоту (NO_x у перерахунку на NO₂), оксид вуглецю (CO), діоксид вуглецю (CO₂), азоту (I) оксид або оксид діазоту (N₂O), метан (CH₄) та важкі метали. Об'ємні характеристики газоподібного палива перераховували в масові за

відповідними формулами з урахуванням питомих мас компонентів та густини газу при нормальних умовах. Масова витрата газоподібного палива розраховувалася за формулою $b = b_v \cdot \rho_n$, де b_v – об’ємна витрата газу, ρ_n – густина газу при нормальних умовах. Маса використаного палива та його масова теплота згоряння визначалися за формулами $B = B_v \cdot \rho_n$ та $Q_{ir} = Q_{irv} / \rho_n$. Питомий об’єм сухих димових газів розраховували з урахуванням ступеня окислення вуглецю в паливі, масового складу палива та ефективності горіння. Валові викиди окремих забруднюючих речовин від спалювання природного газу визначали за формулою $E_{ji} = 10^{-6} \sum k_{ji} \cdot V(Q_i)$, де k_{ji} – показник емісії j -ої речовини, V – витрата палива, Q_i – нижча теплота згоряння.

Розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері розраховували стандартними методиками з використанням програми ЕОЛ-Плюс (версія 5.23), що реалізує методику ОНД-86, з застосуванням топографічних матеріалів генерального плану міста та схемою розташування підприємства.

Оцінка забруднення атмосферного повітря населених пунктів проводилась на основі гігієнічних нормативів допустимого вмісту хімічних та біологічних речовин (ГДК, ОБРД, ГДЗ) та допустимого впливу фізичних факторів. Коефіцієнт комбінованої дії враховує сумісну біологічну дію одночасно присутніх речовин, а показник гранично допустимого забруднення (ГДЗ) характеризує інтегральний рівень забруднення атмосфери. Допустимим визнається рівень забруднення, який не перевищує ГДЗ. Сумарний показник забруднення $\sum ПЗ$ визначався як $\sum ПЗ = [C_1 / (ГДК_1 \cdot K_1) + \dots + C_n / (ГДК_n \cdot K_n)] \cdot 100\%$, де $C_1 \dots C_n$ – прогнозовані концентрації речовин, $ГДК_1 \dots ГДК_n$ – гранично допустимі концентрації, $K_1 \dots K_n$ – коефіцієнти небезпечності речовин.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин

УППГ-3 «Коханівка»

На території Установки попередньої підготовки газу (УППГ-3) «Коханівка» Хідновицького газового промислу ГПУ «Львівгазвидобування» здійснюється комплекс технологічних процесів: видобуток природного газу, його очистка від вологи та механічних домішок, одоризація та подача газу до магістрального газопроводу. Технологічні операції супроводжуються певними втратами природного газу, які на підприємстві становлять 347,039 тис. м³ на рік (враховуючи паливний газ, продувку та стравлювання).

Викиди забруднюючих речовин на території УППГ відбуваються на всіх технологічних ділянках. Установлено шість основних джерел утворення забруднюючих речовин:

Котельня операторної (джерело №1) – забезпечує тепловою енергією приміщення операторної. Котельня обладнана котлом КС-Г-В16 і працює на природному газі. В результаті горіння у атмосферу надходять оксиди азоту (NO₂), оксид вуглецю (CO), а також парникові гази – діоксид вуглецю (CO₂), оксид діазоту (N₂O), метан (CH₄).

Свічка продувки свердловин, шлейфів та сепараторів (джерело №2) – використовується для скиду природного газу під час продування обладнання. Основним забруднювачем є метан, що викидається в атмосферу.

Ємність з метанолом (джерело №3) – при її заповненні відбувається викид парів метилового спирту (метанолу) та природного газу (перерахованого на метан).

Метанольний бачок (джерело №4) – застосовується для запобігання гідратуутворенню на газорозподільній гребінці. Під час його заповнення в атмосферу надходять пари метанолу та природного газу.

Свічка продувки при ремонтних роботах (джерело №5) –

використовується під час профілактичних та ремонтних робіт. Через неї також викидається природний газ у вигляді метану.

Одоризаційна установка (джерело №6) – забезпечує одоризацію газу, що надходить споживачам. При цьому в атмосферу виділяються пари одоранту (етилмеркаптан) та природний газ у перерахунку на метан.

Таким чином, на території УППГ-3 «Коханівка» основні джерела забруднення атмосферного повітря пов'язані з горінням природного газу, його втратами під час технологічних операцій та застосуванням метанолу й одоранту в технологічному процесі. Детальна характеристика кожного джерела наведена у таблиці 3.1.

Найбільший викид метану спостерігається на продувочній свічці при ремонтних роботах (джерело №5) – 380,69 кг/год. Друге за величиною джерело – Ємність з метанолом (джерело №3) – 117,95 кг/год. Третє місце займає Метанольний бачок (джерело №4) – 18,38 кг/год. Найменші викиди метану зафіксовані на одоризаційній установці (джерело №6) – 0,052 кг/год і Продувочній ємності (джерело №2) – 191,22 кг/год (хоча кількість дещо більша за джерело №4, її значущість порівняно з основними джерелами метану невелика).

Таким чином, основними джерелами викидів метану є продувочні свічки та метанольні ємності, котельня відповідає за викиди NO_2 та CO , а одоризаційна установка практично незначуща за масовим викидом (таблиця 3.2).

Таблиця 3.1 - Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин на об'єкті

№ джерела	Джерело утворення	Діаметр газоходу, м	Витрата на вході, м³/с	Швидкість, м/с	Температура, °С	Забруднювальна речовина	Максимальна масова концентрація, мг/м³	Потужність викиду, кг/год
01	Котел КС-Г-В-16	0,100	0,032	4,07	150,0	NO ₂	78,125	0,009
01	Котел КС-Г-В-16	0,100	0,032	4,07	150,0	CO	43,750	0,005
02	Продувочна ємність	0,080	0,493	98,08	22,7	CH ₄	107743,002	191,222
03	Ємність з метанолом	0,050	0,044	22,41	22,7	CH ₄	744609,091	117,946
03	Ємність з метанолом	0,050	0,044	22,41	22,7	CH ₃ OH	13102,273	2,075
04	Метанольний бачок	0,015	0,007	39,61	22,7	CH ₄	729414,286	18,381
04	Метанольний бачок	0,015	0,007	39,61	22,7	CH ₃ OH	342,857	0,0086
05	Продувочна свічка при ремонтних роботах	0,080	0,207	41,18	22,7	CH ₄	510856,039	380,690
06	Одоризаційна установка	0,015	0,001	5,66	22,7	CH ₄	14300,000	0,052
06	Одоризаційна установка	0,015	0,001	5,66	22,7	C ₂ H ₅ SH	0,600	0,0000022

Таблиця 3.2 – Ранджування джерел джерел за масовим викидом метану (CH₄)

Ранг	Джерело викиду	Номер джерела	Масовий викид метану, кг/год
1	Продувочна свічка при ремонтних роботах	№5	380,7
2	Ємність з метанолом	№3	117,95
3	Метанольний бачок	№4	18,4
4	Продувочна ємність	№2	191,2
5	Одоризаційна установка	№6	0,052

3. 2 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин УППГ-3 «Коханівка»

Виробничий процес на майданчику УППГ-3 «Коханівка» включає видобуток природного газу, його очистку від вологи та механічних домішок, одоризацію та подачу газу з родовища до магістрального газопроводу. Під час цих технологічних процесів природний газ використовується на виробництво теплової енергії в паливних установках, а також на продувку та стравлювання газу.

На підприємстві визначено 6 основних джерел викидів забруднюючих речовин:

Котельня операторної (джерело №1) – при спалюванні природного газу в атмосферу виділяються: азоту діоксид (NO₂), вуглецю оксид (CO), парникові гази: вуглецю діоксид (CO₂), діазоту оксид (N₂O) та метан (CH₄).

Свічка продувки свердловин та сепараторів (джерело №2) – під час продування свердловин і шлейфів природний газ (метан) скидається в атмосферу.

Свічка продувки при ремонтних роботах (джерело №5) – під час профілактичних робіт та ремонтів природний газ (метан) стравлюється через продувочну свічку в атмосферне повітря.

Метанольний бачок (джерело №4) – використовується для боротьби з гідратоутворенням на газорозподільній гребінці; при заповненні бачка метанолом в атмосферу виділяються пари метилового спирту та природний газ (метан).

Ємність з метанолом (джерело №3) – під час заповнення ємності метанолом в атмосферу виділяються пари метилового спирту та природний газ (метан).

Одоризаційна установка (джерело №6) – використовується для одоризації газу перед подачею споживачам; при заповненні одорантом виділяються пари етилмеркаптану та природний газ (метан).

За обсягом викидів метану основними джерелами є продувочні ємності та метанольні ємності. Найбільший викид метану спостерігається з продувочної ємності (джерело №2) – 235 тис. м³/рік, що становить основну частину сумарних викидів на підприємстві.

3. 3 Характеристика викидів забруднюючих речовин УППГ-3

«Коханівка»

Проводили визначення валових викидів забруднюючих речовин розрахунково-балансовим методом за використанням кількостей палива, що використовується в технологічних процесах. У таблиці 3.4 представлено характеристику викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від основних виробничих підрозділів УППГ-3 «Коханівка». Головним забруднювачем є метан, обсяг його фактичного викиду становить близько 236 т/рік, при цьому питомий викид на одиницю продукції складає 15,5 т/рік.

За результатами розрахунків, валові річні викиди основних речовин становлять: діоксиду азоту (NO₂) – 0,0291 т/рік; оксиду вуглецю (CO) –

0,0164 т/рік; метану (CH_4) – 235,994 т/рік; метилового спирту (CH_3OH) – 0,0001 т/рік; етантіолу (етилмеркаптану, $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$) – 0,0000000005 т/рік.

Загальна маса валових викидів забруднюючих речовин на підприємстві становить 236,04 т/рік.

3.4 Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин УППГ-3 «Коханівка» в приземному шарі атмосферного повітря

Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосферного повітря було виконано відповідно до загальноприйнятих та затверджених методик, із застосуванням програмного забезпечення ЕОЛ-Плюс (версія 5.23), яке рекомендоване Міністерством охорони навколишнього природного середовища України. Дана програма реалізує положення методики «Розрахунок концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі, що містяться у викидах підприємств» (ОНД-86), що забезпечує науково обґрунтований та стандартизований підхід до оцінки забруднення повітря.

Прогнозовані приземні концентрації забруднюючих речовин розраховувались для визначеного розрахункового майданчика розміром 3000×3000 метрів, із використанням сітки розрахункових точок з кроком 250 метрів, що дозволяє отримати детальну карту розсіювання забруднюючих речовин у прилеглий території. Для врахування впливу природних та антропогенних фонів забруднення на результати розрахунку були застосовані фонові концентрації.

Аналіз забруднюючих речовин, що надходять у атмосферне повітря зі стаціонарних джерел викидів на виробничому майданчику УППГ-3 «Коханівка», показав, що серед них відсутні речовини односпрямованої дії, тобто не спостерігається суттєвого локального або накопичувального впливу на конкретні компоненти атмосферного середовища. Повний перелік викидів забруднюючих речовин наведено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.3 - Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин

№	Виробничий процес / Установка	Джерело викиду	Основні забруднювачі	Річний викид, т/рік	Питомий викид, т/рік на одиницю продукції
1	Видобування природного газу	Котельня операторної	NO ₂ , CO	0,0291 / 0,0164	0,0019 / 0,0011
2	Видобування природного газу	Продувочна ємність	CH ₄	235,40	15,46
3	Видобування природного газу	Ємність з метанолом	CH ₄ , CH ₃ OH	0,059 / 0,0001	0,0039 / 0,000007
4	Видобування природного газу	Метанольний бачок	CH ₄ , CH ₃ OH	0,0257 / 0,0000	0,0017 / 0,000000
5	Видобування природного газу	Продувочна свічка при ремонтних роботах	CH ₄	0,5076	0,0334
6	Видобування природного газу	Одоризаційна установка	CH ₄ , C ₂ H ₅ SH	0,00003 / 0,0000000005	0,000002 / 0,00000000003

Таблиця 3.4 - Характеристика викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від основних виробництв

Виробництво	Продукція	Кількість	Забруднююча речовина	Код	Фактичний викид, т/рік	Питомий викид, т/млн м³
Видобування природного газу	Природний газ	80 млн м³/рік	Метан	410	235,99	15,53
Видобування природного газу	Природний газ	80 млн м³/рік	Діоксид азоту	301	0,0291	0,00191
Видобування природного газу	Природний газ	80 млн м³/рік	Оксид вуглецю	337	0,0164	0,00108
Видобування природного газу	Природний газ	80 млн м³/рік	Спирт метиловий	1052	0,00014	0,0000093
Видобування природного газу	Природний газ	80 млн м³/рік	Вуглекислий газ	11812	21,25	1,398
Видобування природного газу	Природний газ	80 млн м³/рік	Етилмеркаптан	—	0,01	—

Перед безпосереднім виконанням розрахунку розсіювання забруднювальних речовин було проведено попереднє визначення коефіцієнта доцільності розрахунку, що дозволяє оцінити необхідність і ефективність моделювання розсіювання для конкретного майданчика з урахуванням специфіки джерел викидів, метеорологічних умов та топографії місцевості. Це забезпечує науково обґрунтований підхід до прогнозування якості атмосферного повітря та дозволяє формувати рекомендації щодо заходів з охорони навколишнього середовища. Перелік забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.5 - Перелік забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря УППГ-3 «Коханівка»

№ п/п	Забруднююча речовина	Фонова концентрація, Сф (мг/м³)	Гігієнічні нормативи	Клас небезпеки речовини	Валовий викид речовини (т/рік)	ОБРД, мг/м³
1	Діоксид азоту (NO ₂)	0,085	ГДК: 0,034	2	0,0291	0,034
2	Оксид вуглецю (CO)	5,0	ГДК: 2,0	4	0,0164	2,0
3	Метан (CH ₄)	50,0	ГДК: 20,0	0	235,9942	20,0
4	Метиловий спирт (CH ₃ OH)	1,0	ГДК: 0,4	3	0,0001	0,4
5	Етантіол (етилмеркаптан)	0,00003	ГДК: 0,000012	0	0,0000000005	0,000012

Доцільність виконання розрахунку розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосферного повітря на електронно-обчислювальній машині визначається за формулою:

$$\frac{M}{\text{ГДК}} > \Phi, \quad \Phi = 0,01 \text{ при } H > 10 \text{ м};$$

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

де:

М – сумарний викид речовини від усіх джерел, г/с;

ГДК – гранично-допустима концентрація речовини в атмосферному повітрі, мг/м³;

Н – середньозважена висота джерел викидів підприємства, м;

Ф – критичний коефіцієнт доцільності розрахунку, який приймається:

- 0,01 при **Н > 10 м**
- 0,1 при **Н < 10 м**

Результати розрахунків зведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Розрахунок коефіцієнта доцільності для основних забруднюючих речовин підприємства УППГ-3 «Коханівка»

№ п/п	Забруднююча речовина	Висота джерел, Н (м)	М / ГДК	Ф	Висновок про доцільність розрахунку
1	Діоксид азоту (NO ₂)	< 10	0,0294	0,1	Розрахунок не обов'язковий (0,0294 < 0,1)
2	Оксид вуглецю (CO)	< 10	0,00028	0,1	Розрахунок не обов'язковий (0,00028 < 0,1)
3	Метан (CH ₄)	< 10	3,935	0,1	Розрахунок доцільний (3,935 > 0,1)
4	Метиловий спирт (CH ₃ OH)	< 10	0,5789	0,1	Розрахунок доцільний (0,5789 > 0,1)
5	Етантіол (етилмеркаптан)	< 10	0,02	0,1	Розрахунок не обов'язковий (0,02 < 0,1)

Відповідно до вимог ОНД-86 (п. 5.21) доцільність проведення розрахунків очікуваного забруднення атмосферного повітря визначена для двох забруднюючих речовин, для яких коефіцієнт доцільності перевищує критичне значення Ф: Метан (CH₄), Метиловий спирт (CH₃OH)

Для визначення приземних концентрацій цих речовин у контрольних точках було проведено розрахунки на межі нормативної санітарно-захисної зони (СЗЗ) та на межі наближеної житлової забудови сіл Коханівка та Вовча Гора Яворівського району. Контрольні точки були обрані за наступними напрямками та відстанями від джерел викидів, що наведені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Контрольні точки для розрахунків

№ точки	Місцезнаходження точки	Відстань від джерела	Напрямок	Джерело №
т.1	Межа нормативної СЗЗ	1000 м	Схід	2
т.2	Межа нормативної СЗЗ	1000 м	Південний-схід	3
т.3	Межа нормативної СЗЗ	1000 м	Південь	5
т.4	Межа нормативної СЗЗ	1000 м	Південний - захід	5
т.5	Межа нормативної СЗЗ	1000 м	Захід	6
т.6	Межа нормативної СЗЗ	1000 м	Північ	1
т.7	Межа житлової забудови с. Коханівка	670 м	Північний-захід	2
т.8	Межа житлової забудови с. Вовча Гора	940 м	Північний-схід	2

Розрахунки проводились для номінального навантаження технологічного обладнання Установки попередньої підготовки газу УППГ-3 «Коханівка».

Максимальні приземні концентрації забруднюючих речовин на межі житлової забудови с. Коханівка з урахуванням фоновго забруднення атмосферного повітря наведені у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 - Максимальні приземні концентрації забруднюючих речовин на межі житлової забудови с. Коханівка з урахуванням фоновго забруднення

Забруднююча речовина	Приземна концентрація, мг/м³	% від ГДК	Внесок підприємства, % ГДК
Діоксид азоту (NO ₂)	0,034	0,40	0,00
Оксид вуглецю (CO)	2,0	0,40	0,00
Метан (CH ₄)	46,5	0,93	0,53
Метиловий спирт (CH ₃ OH)	0,52	0,52	0,12
Етантіол (етилмеркаптан)	0,000012	0,40	0,00

3.5 Оцінка забруднення атмосферного повітря населених місць прилеглих до УППГ-3 «Коханівка»

При оцінці впливу стаціонарних джерел викидів підприємства УППГ-3 «Коханівка» на атмосферне повітря прилеглих населених пунктів допустимим та безпечним для здоров'я населення вважається рівень забруднення, при якому концентрації окремих шкідливих речовин або «груп сумарії» з урахуванням коефіцієнтів комбінованої дії не перевищують встановлені гігієнічні нормативи, такі як гранично допустимі концентрації (ГДК), орієнтовно безпечні рівні дії (ОБРД) та гранично допустиме забруднення (ГДЗ). Коефіцієнти комбінованої дії враховують сумісну біологічну дію кількох забруднювачів, що одночасно присутні в атмосфері, і можуть відображати явища сумарії, посилення або послаблення їхнього впливу на організм людини. Такий підхід дозволяє оцінити не тільки індивідуальний вплив окремих речовин, а й комплексний ефект суміші забруднювачів, забезпечуючи більш точну та безпечну оцінку якості повітря для населення.

Таким чином, контроль за викидами підприємства і розрахунок приземних концентрацій забруднювачів проводиться з урахуванням як фактичного внеску підприємства, так і існуючого фонового забруднення, що дозволяє забезпечити дотримання встановлених нормативів та захист здоров'я мешканців прилеглих населених пунктів.

Максимальні приземні концентрації забруднюючих речовин, що формуються внаслідок викидів стаціонарних джерел підприємства УППГ-3 «Коханівка», на межі нормативної санітарно-захисної зони наведені в таблиці 3.9. Ці дані відображають очікуваний рівень забруднення атмосферного повітря з урахуванням фонового забруднення та дозволяють оцінити внесок підприємства у загальну якість повітря в прилеглих населених пунктах. Таблиця слугує основою для порівняння розрахованих концентрацій із встановленими гігієнічними нормативами (ГДК, ОБРД, ГДЗ) та для

визначення, чи відповідає фактичний та прогнозний стан повітря допустимим рівням безпеки для здоров'я населення. На її підставі можна виділити речовини, які потребують найбільшого контролю, та визначити пріоритети екологічного моніторингу.

Таблиця 3.9- Максимальні приземні концентрації забруднюючих речовин* від викидів стаціонарних джерел УППГ-3 «Коханівка» на межі СЗЗ

№ п/п	Забруднююча речовина	ГДК, мг/м ³	Розрахункова концентрація Ср, мг/м ³	Фонові концентрація Сф, мг/м ³	Вклад підприємства (Ср – Сф), мг/м ³
1	Діоксид азоту (NO ₂)	0,085	0,034	0,034	0,00
2	Оксид вуглецю (CO)	5,0	2,0	2,0	0,00
3	Метан (CH ₄)	50,0	46,5	20,0	26,5
4	Метиловий спирт (CH ₃ OH)	1,0	0,52	0,4	0,12
5	Етантіол (етилмеркаптан)	0,00003	0,000012	0,000012	0,00

Примітка* Парникові гази – оксид діазоту, діоксид вуглецю, метан, згідно спільного листа Мінпаливенерго України, Мінкоресурсів України та Державної податкової адміністрації України від від 13.12.2002р. № 05/15-1215/11.12.02 10825/16/3-8/10072/5/11-1316 "Про взаємовідносини сторін у процесі регулювання забруднення атмосферного повітря" – не нормуються, тому їх концентрація в атмосферному повітрі не визначалась.

Дані таблиці 3.9 характеризують розраховані приземні концентрації основних забруднюючих речовин, що виділяються стаціонарними джерелами підприємства УППГ-3 «Коханівка», на межі санітарно-захисної зони з урахуванням фонових рівнів забруднення атмосферного повітря. Аналіз показує, що для більшості речовин, таких як діоксид азоту, оксид вуглецю та етантіол, внесок підприємства у загальне забруднення є мінімальним або практично відсутнім, оскільки розрахункова концентрація повністю або майже повністю визначається фоновим рівнем. Суттєвий вплив підприємства спостерігається лише для метану та метилового спирту, внесок яких складає

26,5 мг/м³ та 0,12 мг/м³ відповідно, що робить їх пріоритетними речовинами для контролю.

Усі розраховані концентрації не перевищують встановлені гігієнічні нормативи ГДК, при цьому найбільше наближення до ГДК спостерігається для метану, концентрація якого становить 46,5 мг/м³ при гранично допустимому рівні 50 мг/м³, тобто приблизно 93% від ГДК.

Фонова концентрація суттєво впливає на загальний рівень забруднення для діоксиду азоту та оксиду вуглецю, що свідчить про наявність існуючого рівня забруднення в регіоні незалежно від діяльності підприємства. Загалом, результати свідчать, що робота підприємства в межах номінального навантаження не створює значного ризику для здоров'я населення, а найбільшу увагу при екологічному контролі слід приділяти метану та метиловому спирту, оскільки саме ці речовини вносять найбільший вклад у забруднення атмосферного повітря на межі санітарно-захисної зони.

Розрахунок показника прогнозованого забруднення атмосферного повітря для УППГ-3 «Коханівка» проведено відповідно до встановлених методик і формул, що враховують внесок окремих забруднюючих речовин у сумарне забруднення. Показник прогнозованого забруднення ($\Sigma \text{ПЗ}$) визначається як сума відносних концентрацій основних шкідливих речовин до їх гігієнічних нормативів, виражених у відсотках.

Для підприємства розрахунок показав: $\Sigma \text{ПЗ} = [46,5 / (50,0 \cdot 1,0) + 0,52 / (1,0 \cdot 1,0)] \cdot 100\% = [0,93 + 0,72 + 0,52] \cdot 100\%$

$$\Sigma \text{ПЗ} = 1,65 \cdot 100\% = 165,0\%$$

Показник гранично допустимого забруднення (ГДЗ) атмосферного повітря для підприємства розрахований на основі встановлених нормативів і становить:

$$\text{ГДЗ} = \sqrt{7} \cdot 100\% = 2,646 \cdot 100\% = 264,6\%.$$

Згідно з класифікацією рівнів забруднення:

Допустимий рівень – при кратності < 1 , вважається безпечним для здоров'я населення.

Недопустимий рівень – при кратності > 1 , поділяється на слабо небезпечний, помірно небезпечний, небезпечний та дуже небезпечний залежно від величини перевищення.

Для УППГ-3 «Коханівка» кратність перевищення ГДЗ становить 0,624, тобто менше 1. Це означає, що прогнозований рівень забруднення атмосферного повітря належить до допустимого та безпечного рівня. Вклад підприємства у загальний стан повітря не перевищує гігієнічних нормативів, а його діяльність не створює значного ризику для здоров'я мешканців прилеглих населених пунктів. Отже, на основі отриманих розрахункових даних можна зробити висновок, що прогнозований рівень забруднення атмосферного повітря для виробничого майданчика УППГ-3 «Коханівка» є допустимим і безпечним, а кратність перевищення ГДЗ становить 0,624, тобто значно нижча за межу, що свідчить про відсутність ризику для населення прилеглих населених пунктів.

За результатами розрахунків приземних концентрацій забруднюючих речовин у контрольних точках, встановлених на межі нормативної санітарно-захисної зони (СЗЗ) та межі житлової забудови с. Коханівка Яворівського району Львівської області, можна зробити наступний висновок.

Для всіх контрольних точок (Точка № 1–8) максимальні приземні концентрації окремих шкідливих речовин, таких як діоксид азоту, оксид вуглецю, метан, метиловий спирт та етантіол (етилмеркаптан), включаючи фон та внесок підприємства, залишаються на рівні нижче або близько 1 ГДК, тобто не перевищують гранично допустимі концентрації. Зокрема:

Діоксид азоту та оксид вуглецю у всіх точках мають сумарні концентрації 0,40 ГДК. Внесок підприємства відсутній.

Метан демонструє найбільший внесок підприємства, але навіть у контрольних точках житлової забудови його сумарне перевищення не перевищує 0,93 ГДК.

Метиловий спирт у всіх точках має сумарні концентрації до 0,52 ГДК.

Етантіол (етилмеркаптан) у всіх точках залишається на рівні 0,40 ГДК, без додаткового внеску від підприємства.

В цілому, розрахунки показують, що робота підприємства УППГ-3 «Коханівка» не призводить до перевищення гігієнічних нормативів у приземному шарі атмосферного повітря на межі СЗЗ та житлової забудови, а кратність внеску підприємства є мінімальною порівняно з фоновими концентраціями.

Максимальні приземні концентрації основних забруднюючих речовин від діяльності УППГ-3 «Коханівка» в різних контрольних точках були переведені у частки від гігієнічних нормативів (ГДК). Було порівняно фонову концентрацію (Сф), фактичну розрахункову концентрацію на території підприємства, на межі пропонованої санітарно-захисної зони (СЗЗ, 670 м) та на межі нормативної СЗЗ (1000 м), а також визначено внесок підприємства у загальну концентрацію ($C_p - C_f$).

Аналіз даних показує наступне:

Діоксид азоту: фонові концентрації становить 0,4 ГДК. Внесок підприємства мінімальний: на межі нормативної СЗЗ та на межі пропонованої СЗЗ становить 0,00 ГДК. Сумарні концентрації не перевищують 0,41 ГДК навіть на території підприємства.

Оксид вуглецю: фонові концентрації – 0,4 ГДК. Внесок підприємства відсутній у контрольних точках СЗЗ. Максимальна концентрація на території підприємства – 0,40 ГДК.

Метан: фонові концентрації – 0,4 ГДК. Найбільший внесок підприємства спостерігається на території підприємства – 13,56 ГДК, на межі пропонованої СЗЗ – 0,53 ГДК, на межі нормативної СЗЗ – 0,30 ГДК. Сумарні концентрації на межі СЗЗ не перевищують ГДК, що свідчить про допустимий вплив на населення.

Метиловий спирт: фонові концентрації – 0,4 ГДК. Внесок підприємства на межі нормативної СЗЗ – 0,07 ГДК, на межі пропонованої

СЗЗ – 0,12 ГДК. Сумарні концентрації залишаються значно нижче ГДК, на території підприємства – 12,03 ГДК.

Етантіол (етилмеркаптан): фонова концентрація – 0,4 ГДК. Внесок підприємства на межі СЗЗ відсутній. Сумарні концентрації не перевищують 0,40 ГДК у контрольних точках СЗЗ.

Результати розрахунку приземних концентрацій забруднюючих речовин наведені у таблиці 3.10.

Таким чином, приземні концентрації забруднюючих речовин на межі пропонованої та нормативної СЗЗ не перевищують ГДК, а внесок підприємства у сумарну концентрацію є мінімальним. Отже, діяльність УППГ-3 «Коханівка» не створює загрози для здоров'я населення та відповідає вимогам державних санітарних норм. Таким чином, функціонування газовидобувного підприємства відповідає вимогам Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів і не створює загрози для здоров'я населення.

Карти розсіювання забруднюючих речовин від підприємства наведені на рисунках 3.1- 3.5.

**Таблиця 3.10 - Результати розрахунку приземних концентрацій забруднюючих речовин
в атмосферному повітрі території, прилеглої до УППГ-3 «Коханівка»**

№	Назва речовини	ГДК, мг/м ³	Фонова концентрація (Сф), частка ГДК	Територія УППГ-3 «Коханівка»	Внесок підприємства (Ср-Сф)	На межі пропонуваної СЗЗ – 670 м	Внесок підприємства (Ср-Сф)	На межі нормативної СЗЗ – 1000 м	Внесок підприємства (Ср-Сф)
1	Азоту діоксид	0,085	0,4	0,68	0,24	0,40	0,00	0,41	0,00
2	Вуглецю оксид	5,0	0,4	0,40	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00
3	Метан	50,0	0,4	13,96	13,56	0,93	0,53	0,70	0,30
4	Спирт метиловий	1,0	0,4	12,03	11,63	0,52	0,12	0,47	0,07
5	Етантіол (етилмеркаптан)	0,00003	0,4	1,11	0,71	0,40	0,00	0,40	0,00

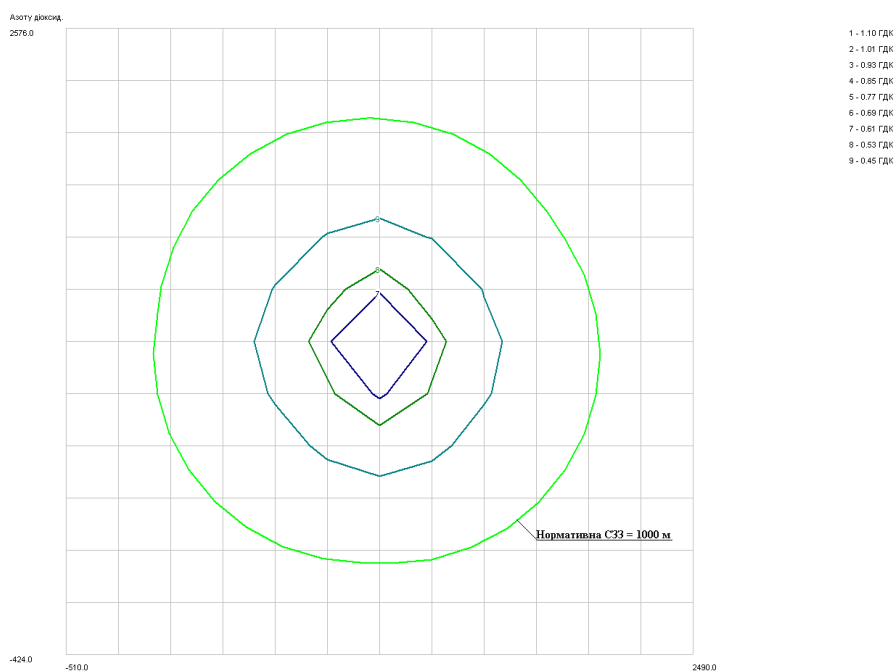


Рис. 3.1 Карта розсіювання азоту діоксиду від УППГ-3 «Коханівка»

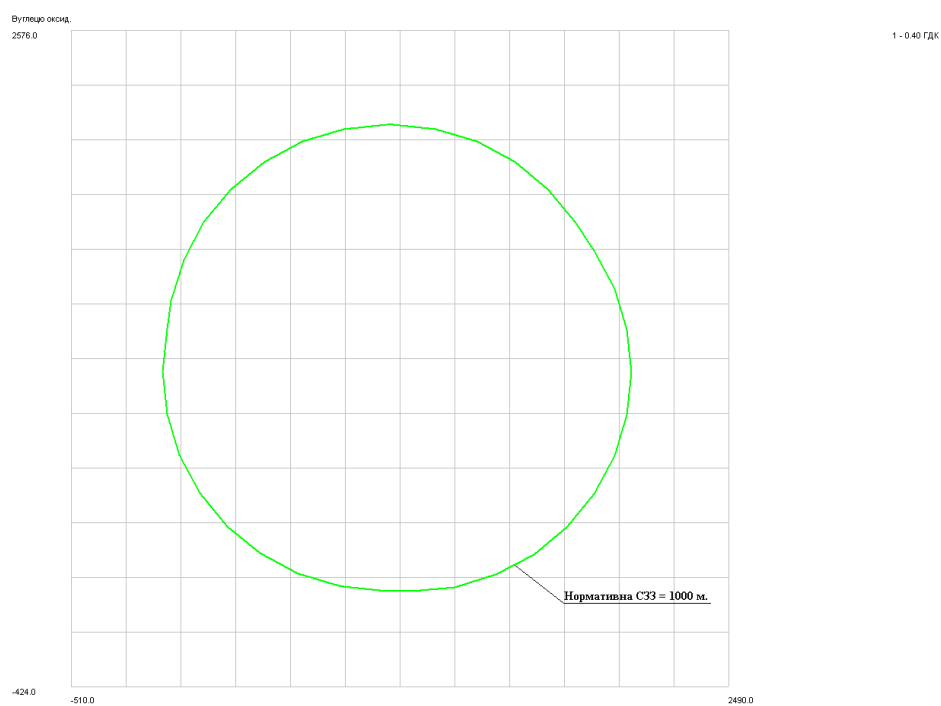


Рис. 3.2 Карта розсіювання вуглецю оксиду від УППГ-3 «Коханівка»

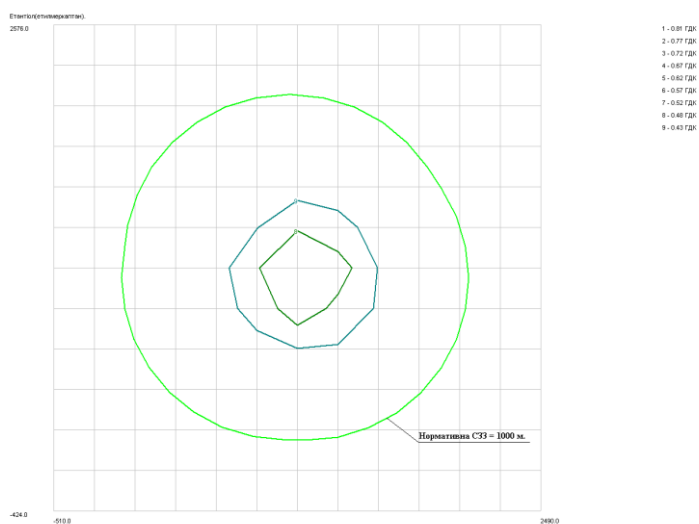


Рис. 3.3 Карта розсіювання етантіолу від УППГ-3 «Коханівка»

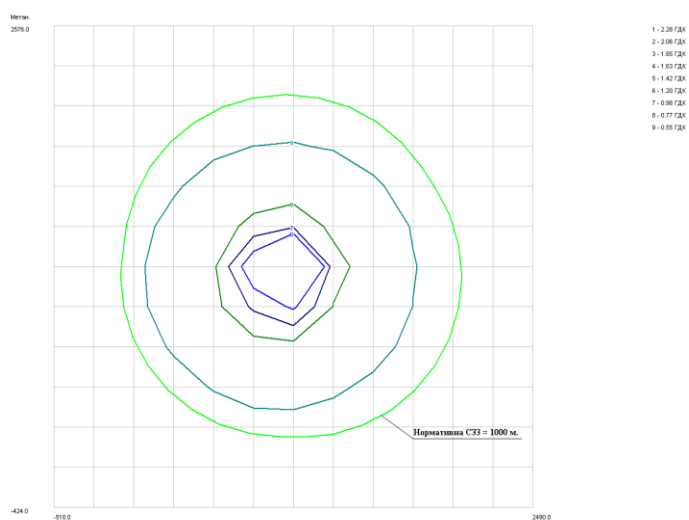


Рис. 3.4 Карта розсіювання метану від УППГ-3 «Коханівка»

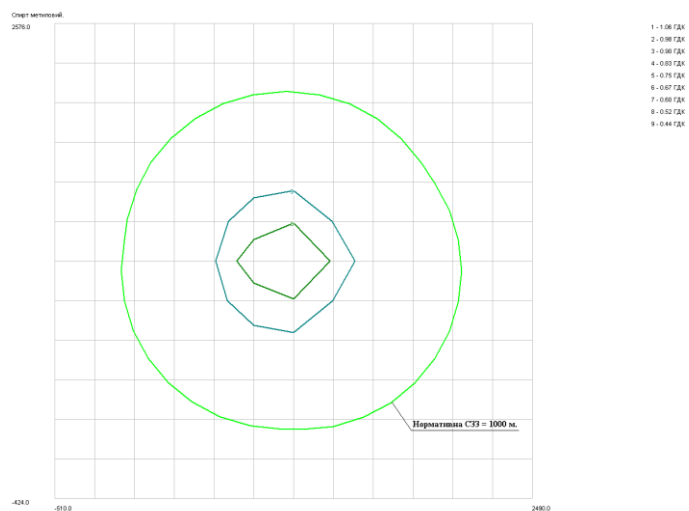


Рис. 3.5 Карта розсіювання спирту метилового від УППГ-3 «Коханівка»

3.6 Уточнення розмірів санітарно-захисної зони УППГ-3 «Коханівка»

Нормативна санітарно-захисна зона (СЗЗ) для підприємств, що здійснюють видобування природного газу з комплексом установок очищення газу, встановлюється відповідно до «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів» № 173 (1996 р.) та наказу № 362 МОЗ (2007 р.). Згідно з цими документами, стандартний розмір СЗЗ становить 1000 метрів від джерел викидів до житлових та прирівняних об'єктів [7].

Межі СЗЗ визначалися на основі нормативного радіусу та уточнювалися за результатами розрахунків концентрацій забруднюючих речовин у атмосфері. Для різних напрямків вітру розрахунковий розмір СЗЗ визначався за формулою:

$$L = L_0 \left(\frac{P}{P_0} \right),$$

де: L – розрахунковий розмір СЗЗ, м;

L_0 – розрахунковий розмір ділянки місцевості в даному напрямку, де концентрація забруднюючих речовин (з врахуванням фонових концентрацій від інших джерел перевищує ГДК, м ;

P – середньорічна повторюваність напрямків вітрів ромба, що розглядається, %;

P_0 – повторюваність напрямку вітру одного ромба при круговій розі вітрів, %;

Для восьмирумбової рози вітрів отримано такі значення:

Північ – 579 м

Північно-східний – 480 м

Схід – 1104 м

Південно-східний – 976 м

Південь – 520 м

Південно-західний – 1040 м

Захід – 2008 м

Північно-західний – 1296 м.

Для визначення приземних концентрацій забруднюючих речовин на прилеглий території були обрані контрольні точки:

т.1 – на сході, 1000 м від джерела № 02

т.2 – південний схід, 1000 м від джерела № 03

т.3 – південь, 1000 м від джерела № 05

т.4 – південний захід, 1000 м від джерела № 05

т.5 – захід, 1000 м від джерела № 06

т.6 – північно-західний, 1000 м від джерела № 01

т.7 – межа житлової забудови с. Коханівка, 670 м від джерела № 02

т.8 – межа житлової забудови с. Вовча Гора, 940 м від джерела № 02

Розрахунки показали, що приземні концентрації забруднюючих речовин у всіх контрольних точках не перевищують гранично допустимі значення, що свідчить про безпечний рівень забруднення повітря.

Максимальні приземні концентрації забруднюючих речовин у межах запропонованої СЗЗ не перевищують гігієнічні нормативи (ДСП-201-97, СН 3077-84). Функціонування газовидобувного підприємства за умови дотримання проектної потужності та запропонованих меж СЗЗ не створює загрози для здоров'я населення та повністю відповідає державним санітарним нормам.

3.7 Заходи щодо зменшення впливу УППГ-3 «Коханівка» на атмосферне повітря та впровадження сучасних технологій очищення

Для покращання роботи УППГ-3 «Коханівка» та зменшення впливу на атмосферне повітря можна запропонувати комплекс заходів, які поєднують модернізацію технологічних процесів, контроль за викидами та впровадження сучасних технологій очищення повітря. По-перше, доцільно оптимізувати режими роботи джерел викидів. Використання

автоматизованих систем контролю витрат газу та параметрів технологічних процесів дозволяє зменшити непередбачувані викиди, а підтримка обладнання у належному технічному стані знижує ризик аварійних ситуацій.

По-друге, необхідно забезпечити регулярний моніторинг якості повітря на території підприємства та на межі санітарно-захисної зони. Встановлення стаціонарних постів контролю та сучасних сенсорів для автоматичного визначення концентрацій основних забруднюючих речовин у реальному часі дозволяє оперативно реагувати на будь-які перевищення нормативів та попереджати негативний вплив на населення.

По-третє, слід звернути особливу увагу на зменшення витоків метану та інших летких органічних сполук (ЛОС). Регулярне обстеження трубопроводів, вентилів та резервуарів на наявність витоків, а також впровадження систем уловлювання і рециркуляції газів, таких як Vapor Recovery Units (VRU), дозволяє значно знизити емісію шкідливих речовин у атмосферу.

Крім того, варто зменшити вплив на навколишнє середовище при зберіганні та транспортуванні газу. Використання герметичних резервуарів, обладнання зі зниженою емісією та автоматичне відключення джерел у разі перевищення допустимих концентрацій допомагають запобігти потраплянню шкідливих речовин у атмосферу.

Не менш важливим є впровадження енергозберігаючих та сучасних технологічних рішень. Використання сучасних турбогенераторів, компресорів та систем спалювання, що зменшують викиди оксидів азоту, сірки та ЛОС, дозволяє знизити загальний екологічний вплив підприємства.

Що стосується сучасних технологій захисту атмосферного повітря, які застосовуються у світі, слід відзначити декілька напрямів. Перший – системи уловлювання та переробки газових викидів, такі як VRU, які дозволяють відбирати та очищувати метан та інші ЛОС із газових потоків і повертати їх у виробництво або використовувати для енергетичних потреб. Другий напрям – системи контролю летких органічних сполук, які включають каталітичне

спалювання, біофільтри, абсорбери та скрубєрні системи для очищення повітря від шкідливих речовин.

Третій напрям – фільтрувальні та скрубєрні технології. Сухі та вологі скрубєри дозволяють видаляти тверді частинки та газоподібні забруднювачі, а високоефективні фільтри забезпечують очищення повітря від пилу та аерозолів. Четвертий напрям – використання сучасних систем дистанційного моніторингу з підключенням до Інтернету речей та дронів, які дають змогу контролювати якість повітря у реальному часі та прогнозувати можливі перевищення гігієнічних нормативів.

Також у світі активно впроваджуються «зелені» технології, включаючи використання відновлюваних джерел енергії для допоміжних систем підприємств та каталітичне окислення шкідливих газів для зменшення токсичного навантаження на атмосферу.

Для зменшення впливу на атмосферне повітря та забезпечення безпечного функціонування підприємства пропонується комплекс заходів, що включає сучасні технології, які застосовуються у світі (таблиця 3.11).

Запропоновані заходи та сучасні технології дозволяють забезпечити безпечний рівень забруднення атмосферного повітря, мінімізувати внесок підприємства у сумарні концентрації шкідливих речовин, а також відповідати вимогам державних санітарних норм і міжнародних стандартів екологічної безпеки.

Застосування цих заходів на УППГ-3 «Коханівка» дозволить зменшити вплив на навколишнє середовище, контролювати концентрації шкідливих речовин у приземному шарі атмосфери та забезпечити відповідність діяльності підприємства сучасним державним та міжнародним санітарним нормам, що, у свою чергу, гарантує безпеку та здоров'я населення у зоні впливу підприємства.

Таблиця 3.11 - Заходи і технології захисту атмосферного повітря

№	Заходи	Сучасні технології	Очікуваний ефект
1	Оптимізація роботи джерел викидів	Автоматизовані системи контролю параметрів, регулярне ТО	Зменшення непередбачуваних викидів на 10–20%, стабільна робота підприємства
2	Моніторинг і контроль повітря	Стаціонарні пости, сенсорні онлайн-системи	Миттєве виявлення перевищень ГДК, оперативне втручання
3	Уловлювання та рециркуляція метану та ЛОС	VRU, каталітичне окислення ЛОС	Зменшення викидів метану на 50–80%, зниження токсичного навантаження
4	Системи очищення повітря	Скрубери, біофільтри, високоефективні фільтри	Зниження пилу та ЛОС на 70–90%
5	Герметизація обладнання та резервуарів	Герметичні резервуари, автоматичне відключення джерел	Зменшення випадкових витоків на 50–60%, підвищення безпеки
6	Сучасні енергозберігаючі технології	Нові компресори, турбогенератори, відновлювана енергія	Зниження викидів оксидів азоту, сірки та метану на 20–30%, економія енергії
7	Дистанційний моніторинг і прогнозування	ІоТ, дрони, моделювання поширення викидів	Оперативне реагування, точна оцінка екологічного впливу

За нормативами ЄС (Європейська комісія, Директива 2008/50/ЄС), концентрації NO₂, СО та летких органічних сполук на межі житлової забудови підприємства відповідають допустимим рівням, що підтверджує відносну екологічну безпечність діяльності на локальному рівні. Проте високі обсяги викидів метану свідчать про потенційний внесок підприємства у глобальні зміни клімату.

Екологічні ризики та потенційні наслідки:

Локально: вплив на атмосферне повітря обмежений і не перевищує ГДК, ризик для здоров'я населення невисокий.

Глобально: значні викиди метану можуть посилювати ефект парникових газів, сприяючи зміні клімату.

Технологічно: існує потенціал аварійних викидів під час ремонтних робіт або неконтрольованої продувки обладнання.

Діяльність УППГ-3 «Коханівка» має контрольований локальний вплив на атмосферне повітря, проте значні викиди метану створюють потенційний внесок у глобальні зміни клімату. Застосування сучасних технологій контролю та утилізації метану дозволить зменшити екологічний ризик та забезпечити сталий розвиток підприємства.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

4.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

На підприємстві, відповідно до чинного положення, функціонує відділ охорони праці та техніки безпеки, який здійснює процес управління, планування, організацію, облік, розробка заходів та контроль робіт, пов'язаних з охороною праці та технікою безпеки на підприємстві.

При проведенні технологічного процесу, виконанні регламентних технологічних операцій необхідно дотримуватись вимог безпеки, системи стандартів безпеки праці, регламенту та інструкцій, а також вимог забезпечення вибухо- та пожежонебезпеки, забезпечувати справний стан обладнання, комунікацій, будівель і споруд, систем автоматизації та блокування запобіжних пристроїв, електрообладнання, вентиляційних систем [12].

Допуск персоналу до постійної роботи проводиться відповідно до «Інструкції про порядок проведення інструктажів, перевірки знань по техніці безпеки та допуску персоналу до самостійної роботи».

Експлуатація встановлених кранів на відділеннях поводитьсь відповідно до вимог «Правил влаштування і безпечної експлуатації підприємств видобування природного газу з комплексом установок очищення газу».

Ремонт та експлуатацію виробничих будівель та споруд проводиться відповідно до вимог «Положення та технічну експлуатацію і ремонт виробничих будівель та споруд підприємств видобування природного газу з комплексом установок очищення газу».

Експлуатація установок проводиться згідно вимог «Правил технічної експлуатації і правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів (ПТР і ПТБ) [27].

Всі роботи на підприємстві з експлуатації обладнання проводяться

відповідно до загальних інструкцій по охороні праці та техніці безпеки на підприємстві:

- інструкція про порядок проведення інструктажів, перевірки знань по техніці безпеки і допуск до самостійної роботи;

- інструкція по застосуванню захисних засобів (фільтруючих, ізолюючих протигазів, респіраторів).

- інструкція по зберіганню, транспортуванню та безпечній експлуатації газових установок.

- інструкція по перевірці справності поточного ремонту газозварювальної апаратури і газорізальної апаратури. [11,19,28].

Для проведення аналізу виробничого травматизму на підприємстві, проведено дослідження умов та забезпечення охорони праці для потенційно небезпечних з точки зору травматизму професій працівників.

Внаслідок строгого виконання всіх необхідних правил техніки безпеки, травматизм на підприємстві відсутній.

На підприємстві функціонує відділ охорони праці та техніки безпеки, який забезпечує управління, планування, організацію, облік, розробку заходів та контроль робіт, пов'язаних з охороною праці і технікою безпеки.

Під час виконання технологічних процесів та регламентних операцій працівники зобов'язані дотримуватись вимог безпеки, стандартів охорони праці, внутрішніх інструкцій та регламентів, а також правил пожежо- і вибухобезпеки. Систематично забезпечується справний стан обладнання, комунікацій, будівель та споруд, систем автоматизації та блокування, електрообладнання та вентиляційних систем [15, 20, 21].

Допуск працівників до самостійної роботи здійснюється відповідно до «Інструкції про порядок проведення інструктажів, перевірки знань з техніки безпеки та допуску до самостійної роботи». Експлуатація кранів, виробничих споруд та установок проводиться згідно відповідних правил та положень, таких як:

- ✓ «Правила влаштування і безпечної експлуатації підприємств

видобування природного газу з комплексом установок очищення газу»;

- ✓ «Положення про технічну експлуатацію та ремонт виробничих будівель і споруд»;
- ✓ «Правила технічної експлуатації та правила безпеки при експлуатації електроустановок споживачів (ПТР і ПТБ)» [15, 21].

Всі роботи з експлуатації обладнання здійснюються відповідно до внутрішніх інструкцій підприємства [20]:

- ✓ порядок проведення інструктажів та допуск до роботи;
- ✓ застосування засобів індивідуального захисту (респіратори, протигази, спецодяг);
- ✓ зберігання та експлуатація газових установок.

Для аналізу виробничого травматизму на підприємстві було проведено дослідження умов праці та ризиків для професій, потенційно небезпечних з точки зору травматизму. Завдяки суворому дотриманню правил техніки безпеки травматизм на підприємстві відсутній.

4.2 Заходи щодо покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки

Для всіх працівників підприємства розроблені інструкції з охорони праці та техніки безпеки, що визначають безпечні методи виконання робіт. Основні вимоги до працівників:

- ✓ дотримуватися правил охорони праці;
- ✓ виконувати тільки доручену роботу;
- ✓ не працювати на несправному обладнанні та інструменті;
- ✓ перевіряти справність спецодягу, заземлення та проводів;
- ✓ повідомляти керівництво про не виправлені недоліки;
- ✓ користуватися засобами індивідуального захисту при роботі з небезпечними речовинами;
- ✓ дотримуватися дисципліни та правил поведінки з хімічними

речовинами;

- ✓ у разі травми надавати першу допомогу та повідомляти керівництво;
- ✓ порушення правил тягне дисциплінарну відповідальність.

На підприємстві застосовуються системи сигналізації, блокування та регулювання для попередження аварій. Освітлення робочих місць та аварійних зон відповідає вимогам нормативів, а при виконанні ремонтних робіт мережа освітлення напругою 12 В забезпечує безпечний огляд та обслуговування обладнання.

Всі рухомі частини обладнання надійно огорожені. Огородження допускається знімати лише при повній зупинці обладнання. Поверхні з температурою понад 45 °С у зонах обслуговування та понад 600 °С у рідко обслуговуваних місцях термоізолюються.

Вогневі та газонебезпечні роботи виконуються лише згідно інструкцій, при наявності справних індивідуальних засобів захисту та після інструктажу виконавців.

Пожежна безпека забезпечується:

- ✓ використанням сертифікованого електрообладнання та проводки;
- ✓ захистом електромереж від короткого замикання та перевантажень;
- ✓ заземленням обладнання;
- ✓ системою автоматичної пожежної сигналізації;
- ✓ наявністю первинних засобів пожежогасіння (вогнегасники, лопати, піскові ящики).

Небезпечними є трубопроводи палива. Для запобігання аварій:

- ✓ регулярно проводиться технічний огляд та ремонт;
- ✓ перевіряється справність запірної арматури, манометрів та клапанів;
- ✓ вибір матеріалів здійснюється з урахуванням корозійності середовища.

4.3 Захист населення у надзвичайних ситуаціях

Проблема природно-техногенної безпеки населення України актуальна через зростання числа аварій та катастроф, що призводить до матеріальних втрат, травм і загибелі людей. Важливу роль у цьому відіграє цивільний захист населення [4, 8].

Адміністрація УППГ-3 «Коханівка» проводить роботу з цивільного захисту працівників і населення прилеглих територій. На районному рівні створено штаб ЦО та відповідні служби: оповіщення, зв'язку, медична, аварійно-технічна, захисту рослин і тварин, ПЕК. Однак через фінансові обмеження ефективність цих формувань обмежена.

На території підприємства та прилеглих зон є потенційно небезпечні об'єкти: дороги, залізниця, високовольні ЛЕП, газопроводи, промислові підприємства, заправні пункти та сміттєзвалища. Для їхнього захисту розроблені плани ліквідації аварій та рятувальних робіт, що передбачають залучення матеріально-технічних ресурсів відповідних організацій.

Навчання населення з питань цивільного захисту здійснюється через лекції, заняття та практичні тренінги, спрямовані на [4, 8]:

- ✓ використання засобів індивідуального захисту;
- ✓ надання першої допомоги;
- ✓ правильну поведінку при сигналах ЦО та евакуації.

Для підвищення дієздатності формувань та рівня захисту населення необхідне фінансування, регулярне навчання персоналу та перевірка технічної справності потенційно небезпечних об'єктів.

В адміністрації району є розроблені плани ліквідації аварій та рятувальних невідкладних аварійно-відновних робіт (РНАВР) при різних НС. Для реалізації цих планів виділяються наявні матеріально-технічні засоби ННДЦ, санепідемстанції та інших організацій та установ, які розміщені на даній території. Плани ліквідації аварій та аварійно-відновних робіт повинні вводитися в дію відразу ж після отримання сигналу про НС, який поступає по

радіо, телебаченню, іншими джерелами зв'язку. Дуже важливим є оперативність і швидкість реагування на НС, тому що при запізненні значно зростають розміри втрат та можливі жертви серед населення. Населення, яке попало в епіцентр НС і підлягає евакуації, отримавши повідомлення про це, повинно неухильно виконувати розпорядження уповноважених осіб, взявши з собою документи, медикаменти, гроші та речі першої необхідності.

Велику роль у набутті навиків поведінки при НС має навчання населення з питань цивільного захисту. З цією метою регулярно проводяться лекції і заняття з ЦО з працівниками, які проводить начальник ЦО та спеціалісти відповідних служб. Основною метою такого навчання є прищеплення навичок і вмінь практичного використання засобів індивідуального захисту, надання само- та взаємодопомоги при травмуваннях та пошкодженнях, поведінки при сигналах цивільної оборони та інших важливих діях.

Для виконання покладених завдань і функцій на формування ЦО у їх структурі створені такі служби і підрозділи: служба оповіщення і зв'язку, яка своєчасно інформує керівний склад, працівників і все населення про загрозу і виникнення НС; медична служба, яка забезпечує комплектування і готовність медичних формувань; служба охорони громадського порядку; служба енергопостачання забезпечує безперебійне постачання газу, тепла, електроенергії на об'єкти; аварійно-технічна служба здійснює заходи по підвищенню стійкості інженерного обладнання, роботи по розбиранню завалів, локалізація і ліквідація аварій на комунальних об'єктах міста; служба сховищ і укриттів забезпечує разом із транспортною службою евакуацію та укриття населення, та участь в рятувальних роботах; служба матеріально-технічного постачання своєчасно забезпечує формування ІДО всіма необхідними матеріально-технічними ресурсами.

Для підвищення дієздатності формувань цивільної оборони та рівня захисту цивільного населення від НС адміністрації УППГ-3 «Коханівка» необхідно виділяти кошти в необхідних розмірах для різних служб ЦО,

регулярно проводити з персоналом навчання з питань цивільного захисту населення та перевіряти технічну справність і правильність експлуатації всіх потенційно-небезпечних об'єктів на своїй території.

Загалом, стан охорони праці на підприємстві оцінюється як задовільний, випадків виробничого травматизму протягом останніх років не зафіксовано.

ВИСНОВКИ

Установки попередньої підготовки газу «Коханівка» Яворівської дільниці Хідновицького газового промислу ГПУ «Львівгазвидобування» є джерелом забруднення атмосферного повітря в результаті виробничої діяльності.

Утворення та викиди забруднюючих речовин спостерігаються на всіх технологічних ділянках підприємства, що свідчить про багатофакторність джерел забруднення та необхідність комплексного контролю.

На території УППГ-3 «Коханівка» ідентифіковано 6 основних джерел утворення та викидів забруднюючих речовин: котельня операторної; свічка продувки свердловин, шлейфів та сепараторів; ємність з метанолом; метанольний бачок; свічка продувки при проведенні ремонтних робіт; одоризаційна установка.

Ці джерела є ключовими точками для контролю та мінімізації негативного впливу на атмосферу.

Внаслідок діяльності підприємства в атмосферу викидаються наступні забруднюючі речовини: діоксид азоту, оксид вуглецю, метан, спирт метиловий та етантіол (етилмеркаптан). Серед цих речовин не виявлено груп односпрямованої дії, тобто комбінованого токсичного ефекту, що підвищує екологічну безпеку. Основним забруднювачем є метан, який визначає значну частку загальних викидів.

За результатами моніторингу, валові викиди забруднюючих речовин становлять: діоксид азоту – 0,03 т/рік; оксид вуглецю – 0,0164 т/рік; метан – 236,1 т/рік; спирт метиловий – 0,0001 т/рік; етантіол (етилмеркаптан) – 0,0000000005 т/рік.

Загальна сума валових викидів підприємства складає 236,04 т/рік, що підтверджує домінування метану серед усіх забруднюючих речовин.

Максимальні приземні концентрації з урахуванням фонових забруднень на межі житлової забудови с. Коханівка Яворівського району

Львівської області не перевищують встановлені гранично допустимі концентрації (ГДК), що свідчить про відносну безпечність впливу підприємства на місцеве населення.

Показник ГДЗ для підприємства становить 264,6%, що вказує на потенційний перевищений екологічний вплив у разі концентрації викидів на окремих ділянках. Однак цей показник потребує додаткового контролю та моніторингу для підтримання безпечних рівнів.

Розрахунковий рівень забруднення атмосферного повітря за методикою ДСП 201-97 для виробничого майданчика УППГ-3 «Коханівка» є допустимим та безпечним, з кратністю перевищення ГДЗ = 0,624 (< 1). Це підтверджує, що за умов дотримання технологічних та екологічних нормативів діяльність підприємства не створює небезпечного рівня забруднення атмосфери.

Підприємство УППГ-3 «Коханівка» є джерелом забруднення атмосфери, головним чином за рахунок викидів метану. При цьому фактичний рівень забруднення не перевищує ГДК, а прогнозний рівень забруднення є безпечним. Необхідним заходом для підвищення екологічної безпеки є регулярний контроль викидів, удосконалення технологічних процесів та застосування сучасних методів зменшення викидів основних забруднювачів.

За нормативами ЄС (Європейська комісія, Директива 2008/50/ЄС), концентрації NO_2 , CO та летких органічних сполук на межі житлової забудови підприємства відповідають допустимим рівням, що підтверджує відносну екологічну безпечність діяльності на локальному рівні. Проте високі обсяги викидів метану свідчать про потенційний внесок підприємства у глобальні зміни клімату.

Діяльність УППГ-3 «Коханівка» має контрольований локальний вплив на атмосферне повітря, проте значні викиди метану створюють потенційний внесок у глобальні зміни клімату. Застосування сучасних технологій

контролю та утилізації метану дозволить зменшити екологічний ризик та забезпечити сталий розвиток підприємства.

Рекомендації щодо зменшення викидів включають впровадження систем збору та утилізації метану зі свічок продувки та технологічних ємностей, використання сучасних технологій дегазації та рециркуляції метанолу та летких органічних сполук, регулярний моніторинг концентрацій забруднювачів на території виробничого майданчика та прилеглих житлових зон, впровадження автоматизованих систем контролю викидів для попередження аварійних ситуацій, а також проведення навчань персоналу щодо зменшення викидів під час ремонтних робіт та експлуатації свічок продувки.

СПИСОК ВИКОРИСАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Апостолук С. О., Джигирей В. С., Апостолук А. С. та ін. Промислова екологія. Навчальний посібник К: Знання, 2005. 474 с.
2. Адаменко Я. О., Кундельська Т. В., Николяк М. М. Оцінка впливів освоєння нафтогазоконденсатних родовищ на навколишнє середовище. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2005. № 3. С. 53-58.
3. Бойко В. С., Коцюба І. Г. Екологічна безпека у нафтовій та газовій промисловості. *Науковий вісник ДонНТУ*. 2023. № 2. С. 45–52. – Режим доступу: <https://ea.donntu.edu.ua/bitstream/123456789/34795/1>
4. Безпека життєдіяльності та цивільний захист [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей з природничих, соціально-гуманітарних наук та інженерно-комунікаційних технологій / О. Г. Левченко, О. В. Землянська, Н. А. Праховнік, В. В. Зацарний; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,2 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 267 с.
5. ГКД 34.02.305-2002. «Викиди забруднювальних речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення».
6. ДСТУ 2681-94. Державна система забезпечення єдності вимірювань. Метрологія. Терміни та визначення: Київ : Держстандарт України, 1994. 68с.
7. ДБН 360-92*. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. Держанні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19 червня 1996р. №173.
8. Джигирей В.Ц., Жидецький В.С. Безпека життєдіяльності. Підручник. Львів, 2001. 256с.
9. ДСТУ <https://online.budstandart.com/ua/catalog/klassifikator-po-vidam-dokumentov.html?minregion=852>

10. Екологічний ризик: методологія оцінювання та управління: Навч. посібник/ Лисиченко Г.В., Хміль Г.А., Барбашев С.В., Забулонов Ю.Л., Тищенко Ю.Є. Київ: Наук. Думка, 2014.
11. ЗВІТ про науково-дослідну роботу за договорами від 68/01.2020 від 27 жовтий 2020 р та № 89/01/0417 від 30 квітня 2021 р ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРОЦЕСІВ ВИДОБУВАННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ. 278с.
12. Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві. КНД 211.2.3.014-95.
13. Курганський В. М., Тішаєв І. В. До питання забруднення оточуючого середовища в процесі буріння нафтових та газових свердловин. *Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Геологія*. 2006. Вип. 38–39. С. 7–9.
14. Клімова Н. Деякі питання методики оцінки стану забруднення ґрунтів унаслідок нафтогазовидобутку. *Вісник Львів. ун-ту. Серія географічна*. 2006. Вип. 33. С. 144–151.
15. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій. Практикум: Навч. посіб. Суми: Університетська книга, 2019. 540 с.
16. Методика розрахунку концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, що знаходяться в викидах підприємств (ОНД-86). Електронний ресурс <https://zakon.isu.net.ua/norm/27001-metodika-rozrakhunku-koncentraciy-v-atmosfernomu-povitri-shkidlivikh-rechovin-scho>
17. Методика розрахунку технологічних втрат газу в процесах видобутку, підготовки і транспортування. Затверджено наказом Міністерства палива та енергетики України.
18. Методичні рекомендації з проведення оцінки впливу на довкілля для об'єктів газової промисловості. Київ : Міндовкілля України, 2021. 64 с. <https://mcl.kiev.ua/wp-content/uploads/2022/01/metodichni-rekomendacii.pdf>

19. Петренко О. М. Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин газовидобувних підприємств на атмосферне повітря. *Вісник екологічної безпеки*. 2022. № 3. С. 29–35.
20. Правила технічної експлуатації установок очистки газу. Затверджено Наказом Міністерства навколишнього природного середовища України від 6.02.2009р. №52. Київ, 2009.
21. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник/ Жидацький В.С., Джигирей В.С., Сторожук В.М. та інші. Львів, 2000. 352с.
22. Про затвердження Порядку визначення величин фонових концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0700-01#Text>
23. Пукіш А. В. Підвищення екологічної безпеки при спорудженні нафтогазових свердловин : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 21.06.01 «Екологічна безпека». Івано-Франківськ, 2008. 22 с.
24. РД 52.04.186 - 89 . Керівництво по контролю забруднення атмосфери. Граничні нормативи утворення забруднюючих речовин, які відводяться в атмосферне повітря при експлуатації технологічною та іншого обладнання, споруд і об'єктів.
25. Романюк О. І. Екологічні наслідки довготривалої експлуатації нафтогазового родовища на території м. Борислава. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2011. № 1–2. С. 151–153.
26. Романюк О. І., Шевчик Л. З. Комплексний екологічний моніторинг нафтозабруднених територій на прикладі м. Борислав . *Вісн. Вінниць. політехн. ін-ту*. 2013. № 5. С. 19–22.
27. Рудько Г. І., Шкіца Л. Є. Екологічна безпека та раціональне природокористування в межах гірничопромислових і нафтогазових комплексів. Івано-Франківськ, 2001. 525 с.
28. Рудько Г. І., Бондар О. І. Екологічні ризики при розробці родовищ корисних копалин. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності : наук.-техн. журнал*. 2005. № 5. С. 40–46. Степанов Д.В., Корженко Є.С., Бондар

Л.А. Котельні установки промислових підприємств: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2011. 120 с.

29. Яцишин Т. М., Глібовицька Н. І. Вплив нафтогазовидобутку на довкілля і перспективи фітоіндикації та фіторемедіації техногеннотрансформованих територій . *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2016. № 1. С. 22-29.

30. Energy efficiency and greenhouse gas emission abatement opportunities for an existing gas treatment plant .*Journal of Engineering and Applied Science*. 2023. Vol. 70. Режим доступу: <https://jeas.springeropen.com/articles/10.1186/s44147-023-00275-9>

31. <https://lyubosvit.com.ua/ua/region/lvivska-oblast/>