

**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 Товариства з обмеженою
відповідальністю «Металімпекс» на стан атмосферного повітря міста
Дрогобич та заходи щодо його покращання»

Виконав студент групи Еко-63
спеціальності 101 «Екологія»

Савків Іван Євгенович

Керівник Наталія ПАНАС _____

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 кваліфікаційну роботу студенту

Савківу І.Є.

1. Тема роботи: **«Екологічна оцінка впливу Товариства з обмеженою відповідальністю «Металімпекс» на стан атмосферного повітря міста Дрогобич та заходи щодо його покращання»**

Керівник кваліфікаційної роботи Панас Наталія Євгенівна, кандидат біологічних наук, доцент

Затверджені наказом по університету від «_____» _____ 2025р. № _____

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 10 грудня 2025 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

Літературні джерела, методики виконання дослідження, звіт по інвентаризації викидів ТзОВ «Металімпекс», опис технологічних процесів, що використовуються на ТзОВ «Металімпекс»

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

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Вплив промислових підприємств з виробництва бетону та деревообробки на стан атмосферного повітря

1.2 Екологічні проблеми будівельної галузі

2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Загальна характеристика ТзОВ «Металімпекс»

2.2 Характеристика технологічних процесів ТзОВ «Металімпекс»

2.3 Фізико-географічна та кліматична характеристика району розташування ТзОВ «Металімпекс»

2.4 Методи досліджень

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин ТзОВ «Металімпекс»

3.2 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Металімпекс»

3.3 Характеристика викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Металімпекс»

3.4 Характеристика пилогазоочисного обладнання ТзОВ «Металімпекс»

3.5 Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Металімпекс» на стан атмосфери

3.6 Пропозиції щодо дозволених обсягів викидів забруднюючих речовин та контроль дотримання нормативів на підприємстві

3.7 Заходи щодо мінімалізації негативного впливу підприємства на стан атмосфери

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

4.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

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

4.3 Захист населення в надзвичайних ситуаціях

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

5. Перелік графічного матеріалу Рисунки (3).

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Примітка
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3	Наталія ПАНАС, доцент кафедри екології			
4	Лариса ГОРДІЙЧУК, доцентка кафедри інженерної механіки			

7. Дата видачі завдання 10 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	

Здобувач Іван САВКІВ
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи Наталія ПАНАС
(підпис)

УДК 504.06:502.3(477.83)

Екологічна оцінка впливу Товариства з обмеженою відповідальністю «Металімпекс» на стан атмосферного повітря міста Дрогобич та заходи щодо його покращання. Савків І.Є. Кваліфікаційна робота. Кафедра екології та захисту довкілля. Дубляни, Львівський НУВМБ імені С.З. Гжицького, 2025.

65 ст. текст. част., 17 таблиць, 3 рисунки, 37 джерел.

Проведено оцінку впливу діяльності ТзОВ «Металімпекс» на стан атмосферного повітря, а саме дано характеристику об'єкта як джерела забруднення атмосфери, ідентифіковано основні забруднюючі речовини атмосферного повітря та джерела їх утворення і викидів. Проведено розрахунки коефіцієнта доцільності проведення розрахунку за кожною забруднюючою речовиною, а також розсіювання забруднюючих речовин в приземному шарі з метою оцінка впливу викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Металімпекс» на стан атмосфери. Дана характеристика пилогазоочисного обладнання. Подано пропозиції щодо дозволених обсягів викидів забруднюючих речовин та контроль дотримання нормативів на підприємстві, заходи щодо мінімізації негативного впливу підприємства на стан атмосфери.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	6
 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	 9
1.1 Вплив промислових підприємств з виробництва бетону та деревообробки на стан атмосферного повітря	9
1.2 Екологічні проблеми будівельної галузі	12
 2 ОБ’ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	 16
2.1 Загальна характеристика ТзОВ «Металімпекс»	16
2.2 Характеристика технологічних процесів ТзОВ «Металімпекс» ...	17
2.3 Фізико-географічна та кліматична характеристика району розташування ТзОВ «Металімпекс».....	19
2.4 Методи досліджень.....	23
 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	 24
3.1 Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин ТзОВ «Металімпекс»	24
3.2 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Металімпекс»	25
3.3 Характеристика викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Металімпекс».....	33
3.4 Характеристика пилогазоочисного обладнання ТзОВ «Металімпекс».....	39

3.5	Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Металімпекс» на стан атмосфери	41
3.6	Пропозиції щодо дозованих обсягів викидів забруднюючих речовин та контроль дотримання нормативів на підприємстві....	48
3.7	Заходи щодо мінімізації негативного впливу підприємства на стан атмосфери.....	53
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ.....	55
4.1	Аналіз охорони праці на підприємстві.....	55
4.2	Заходи щодо покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки.....	56
4.3	Захист населення у надзвичайних ситуаціях.....	58
	ВИСНОВКИ.....	60
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62

ВСТУП

Актуальність теми. Проблема охорони навколишнього природного середовища посідає одне з провідних місць у системі сучасних соціально-економічних та екологічних завдань. Викиди забруднюючих речовин від промислових підприємств, енергетичних комплексів, аграрного сектору та транспорту в атмосферне повітря, водні об'єкти та ґрунти досягли масштабів, що призводять до значного перевищення нормативних гранично допустимих концентрацій (ГДК) у низці регіонів, особливо в промислово розвинених центрах [1, 3]. Величина концентрації шкідливих домішок у повітрі суттєво залежить від метеорологічних факторів, таких як напрямок і швидкість вітру, а також від термічної стратифікації атмосфери. Зокрема, явище температурної інверсії у тропосфері істотно ускладнює вертикальний обмін повітря, сприяючи накопиченню забруднювачів у приземному шарі і формуванню локальних зон підвищеного забруднення [3].

Викиди шкідливих речовин негативно впливають не лише на екологічний стан довкілля, але й можуть призводити до зниження технічної надійності обладнання та інфраструктури. Враховуючи це, зростає актуальність комплексної оцінки впливу промислових виробництв на навколишнє середовище, удосконалення методів екологічного моніторингу, а також розробки інженерно-технічних заходів щодо захисту атмосфери. Особливе значення має впровадження замкнених та безвідходних технологічних циклів, що знижують екологічне навантаження [7].

Підприємства будівельної галузі виступають істотними джерелами забруднення навколишнього середовища. Ефективне вирішення екологічних проблем у цьому секторі має починатися з етапу проектування та реконструкції виробничих об'єктів, а також включати вибір екологічно

безпечних технологій, матеріалів і устаткування. Важливим аспектом є оптимізація виробничих процесів і впровадження сучасних систем пилогазоочистки, що сприяють зниженню шкідливих викидів і покращенню екологічної безпеки підприємств, забезпечуючи їх сталий розвиток [7, 19].

Забруднення навколишнього середовища негативно відбивається на всіх сферах життєдіяльності суспільства, створюючи значні ризики для здоров'я населення, викликаючи віддалені наслідки та потенційно незворотні екологічні зміни. Проте на практиці пріоритетність надається економічній ефективності, в той час як екологічні аспекти часто залишаються недостатньо врахованими. Сучасні можливості технічного прогресу в сфері охорони довкілля використовуються в обмеженому обсязі, що потребує подальшого розвитку екологічної політики та практичних заходів.

Мета і задачі дослідження. Метою даного дослідження є оцінка впливу діяльності ТЗОВ «Металімпекс» на стан атмосферного повітря міста Дрогобич. Для досягнення цієї мети поставлено наступні задачі:

- ✓ здійснити характеристику технологічних процесів підприємства як джерела забруднення атмосферного повітря;
- ✓ ідентифікувати основні забруднюючі речовини та джерела їх викидів;
- ✓ провести розрахунок обсягів викидів та оцінку розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери;
- ✓ уточнити розміри санітарно-захисної зони (СЗЗ) відповідно до нормативних вимог;
- ✓ розробити рекомендації щодо допустимих обсягів викидів, контролю за дотриманням нормативів ГДВ та заходів зі скорочення шкідливих викидів, зокрема у періоди несприятливих метеоумов.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є виробниче підприємство ТзОВ «Металімпекс», що функціонує у місті Дрогобич, Львівська область, та належить до будівельної промисловості. Предметом дослідження виступають технологічні процеси основного та допоміжного виробництва, які впливають на стан атмосферного повітря.

Методи дослідження. Для визначення кількості викидів забруднюючих речовин застосовано розрахунково-балансові методи на основі нормативних методик. Також використано спеціалізоване програмне забезпечення для моделювання розсіювання викидів у приземному шарі атмосфери та оцінки їх впливу на навколишнє середовище.

Наукова новизна. В рамках дослідження проведено комплексну екологічну оцінку впливу технологічних процесів ТзОВ «Металімпекс» на якість атмосферного повітря. Здійснено детальну ідентифікацію джерел забруднення, розрахунок обсягів викидів та моделювання їх розсіювання. Розроблено пропозиції щодо нормативних граничних обсягів викидів, систем контролю та заходів із зменшення негативного впливу, з урахуванням особливостей метеорологічних умов регіону.

Практичне значення. Результати дослідження сприяють підвищенню екологічної безпеки виробництва ТзОВ «Металімпекс», уточненню параметрів санітарно-захисної зони, а також розробці ефективних заходів контролю і регулювання забруднення атмосферного повітря. Це забезпечить збереження здоров'я населення та покращення екологічного стану прилеглої території.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Вплив промислових підприємств з виробництва бетону та деревообробки на стан атмосферного повітря

Промислові підприємства, які спеціалізуються на виробництві будівельних матеріалів, таких як бетон, пінобетон, тротуарні плити, а також деревообробні підприємства, є значними джерелами забруднення атмосферного повітря. Під час виконання технологічних операцій, пов'язаних із перемішуванням цементу, піску, виготовленням бетонних виробів, а також розпилюванням та обробкою деревини, у повітря потрапляють різні забруднювачі — пилові частки, зважені тверді речовини, а також газоподібні компоненти. У контексті інтенсивного розвитку міст та промисловості питання екологічної безпеки стає вкрай актуальним. Різноманітні наукові дослідження аналізують характер і масштаби впливу таких підприємств на якість атмосферного повітря, механізми поширення забруднювачів, наслідки для довкілля та здоров'я населення, а також сучасні методи зниження негативних впливів [2, 15, 16].

Основним видом забруднення в цих галузях є пил. Під час виробництва цементу та бетонних виробів у повітря надходять пилові емісії, серед яких особливо небезпечними є частки цементного пилу, а також пил із вмістом двоокису кремнію (SiO_2). Цементний пил утворюється на різних стадіях виробництва: дроблення сировини, змішування, транспортування, завантаження і розвантаження матеріалів, зберігання піску та цементу. Цей пил є дрібнодисперсним, здатним довго перебувати в повітрі і переноситися вітром на великі відстані. Крім того, частки пилу із двоокисом кремнію є потенційно шкідливими для дихальної системи людини, викликаючи захворювання при тривалій експозиції.

Деревообробні підприємства також є суттєвими джерелами пилу. Під час розпилювання, шліфування, обробки деревини у повітря виділяються частинки деревного пилу, які можуть мати середній та дрібний розмір. За умов недостатнього пилозахисту концентрації цього пилу можуть перевищувати допустимі гігієнічні нормативи, створюючи ризики для працівників і навколишнього середовища. Деревний пил здатен викликати алергічні реакції, подразнення слизових оболонок, а також хронічні захворювання дихальних шляхів.

Крім пилу, підприємства з виробництва бетонних виробів є джерелом і газових забруднень. Викиди оксидів азоту (NO_x), сірки (SO_x), вуглекислого газу (CO_2) негативно впливають на екологічний стан, сприяючи утворенню смогу, кислотних дощів, зниженню прозорості повітря. Частинки пилу, що утворюються, можуть осідати на ґрунті, рослинності, водоймах, що призводить до порушень екологічних балансів і зменшення біорізноманіття [2, 4, 5, 33].

Здоров'я людей, які проживають або працюють поблизу таких підприємств, безпосередньо залежить від рівня забруднення атмосферного повітря. Дихання повітрям, насиченим пилом і зваженими частками, пов'язане з підвищеним ризиком розвитку респіраторних захворювань, таких як астма, хронічний бронхіт, а також із серцево-судинними порушеннями та алергіями. Деякі дослідження показують зв'язок між викидами цементного пилу і розвитком метаболічних порушень, зокрема підвищенням рівня цукру в крові та збільшенням маси тіла у довгостроковій перспективі. Крім того, забруднення негативно впливає на екосистеми — пил і хімічні речовини накопичуються у ґрунтах, листках рослин, водних системах, що погіршує якість довкілля і може призводити до токсичних ефектів у живих організмах.

Для оцінки впливу промислових підприємств на атмосферу застосовують комплексний підхід, який включає інструментальні

вимірювання концентрації забруднювачів у повітрі, моніторинг на контрольних точках, а також моделювання розсіювання шкідливих речовин з урахуванням метеорологічних факторів, топографії та характеру джерел викидів. Такі методи дозволяють оцінити рівень забруднення у різних зонах, прогнозувати потенційні ризики і планувати відповідні заходи для їх зменшення.

Поряд із контролем концентрацій шкідливих речовин у повітрі, важливим є проведення екологічних аудитів виробництв. Вони допомагають виявити основні джерела забруднення, оцінити їхні обсяги, ефективність діючих заходів очищення, а також розробити рекомендації для зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Завдяки таким аудитам підприємства можуть оптимізувати технологічні процеси, впровадити нові системи очищення та контролю, підвищити екологічну безпеку своєї діяльності.

Одним з найефективніших способів зменшення пилових викидів є впровадження сучасних технологій пиловловлення і газоочищення. Системи циклонного очищення, рукавні фільтри, електрофільтри та інші пилозахисні установки дозволяють суттєво знизити концентрації пилу у викидах, підвищуючи якість очищення до 85-95%. Також важливо застосовувати зволоження матеріалів та робочих зон для зменшення підйому пилу в атмосферу під час переміщення сипучих речовин. Автоматизація технологічних процесів та використання герметичних замкнених систем значно зменшують неорганізовані викиди пилу, що виникають при ручному обслуговуванні та відкритому зберіганні сировини [19, 20, 33, 34].

Важливо також звертати увагу на екологізацію виробничих процесів загалом — це включає повторне використання виробничих відходів, зменшення споживання енергії, модернізацію обладнання на більш екологічно безпечне, впровадження систем моніторингу в режимі

реального часу. Це сприяє не лише зниженню шкідливих викидів, але й підвищенню загальної ефективності підприємства [21].

Для збереження якості повітря і захисту здоров'я населення необхідно забезпечувати систематичний контроль забруднення, впроваджувати сучасні технології очищення, автоматизації та зволоження, а також проводити регулярні екологічні аудити. Нормативне регулювання викидів і публічна прозорість інформації про стан повітря є ключовими умовами сталого розвитку промисловості та охорони довкілля.

1.2 Екологічні проблеми будівельної галузі

Будівельна індустрія є однією з ключових складових сучасного суспільства, без якої неможливе функціонування економіки та розвиток соціальної інфраструктури. Рівень розвитку будівельної галузі безпосередньо впливає на темпи і пропорції розвитку суміжних секторів народного господарства, розміщення продуктивних сил та формування регіональної економіки. Сфера будівництва забезпечує створення нових та реконструкцію існуючих основних фондів — будівель і споруд, які призначені для різноманітних видів виробничої та невиробничої діяльності [17, 16, 24].

Від стану розвитку будівельної галузі залежить забезпечення житловими площами, формування нових міських і сільських територій, а також функціонування промислових, аграрних, соціальних об'єктів — лікарень, навчальних закладів, транспортних і торговельних центрів. Крім того, будівельний комплекс відіграє важливу роль у підтримці обороноздатності країни та створенні передумов для зростання виробничих потужностей у різних галузях економіки.

Будівельний комплекс, як одна з найбільш капіталоемних і технологічно диференційованих виробничих систем, істотно впливає на

визначення темпів, масштабів і територіального розміщення виробництва. При виборі розташування капітального будівництва враховується наявність необхідної будівельної бази та організаційної інфраструктури в регіоні. Водночас недостатній рівень розвитку будівельних ресурсів стримує масштабне промислове будівництво, розвиток великих комбінатів, галузевих і територіально-виробничих комплексів, особливо у сфері важкої промисловості, що вимагає значних обсягів капітального будівництва.

Постійна потреба у здійсненні капітального будівництва обумовлює важливість промисловості будівельних матеріалів, яка включає виробництво стінових матеріалів, цементної продукції, первинну обробку мінерально-будівельної сировини, склоробну промисловість, виробництво облицювальних та оздоблювальних матеріалів, санітарно-технічних виробів. Більшість цих підгалузей базується на використанні нерудних корисних копалин, проте у сучасних умовах все активніше застосовуються вторинні ресурси, зокрема відходи інших галузей промисловості, такі як доменні шлаки, зола теплоелектростанцій тощо. Зростання обсягів капітального будівництва сприяло індустріалізації будівельного виробництва із використанням спеціалізованих заводів, які випускають залізобетонні конструкції та деталі.

Водночас видобуток будівельних матеріалів, їх транспортування, виробництво будівельних металів та безпосереднє будівництво є значними джерелами забруднення навколишнього середовища. Зокрема, виробництво цементу супроводжується викидами пилу та газів, а відкриті кар'єри та кар'єрні роботи призводять до порушення земельних ресурсів. У великих промислових центрах, особливо у регіонах з високою концентрацією цементних заводів, існує нагальна потреба у розробці та впровадженні комплексних заходів з охорони навколишнього середовища.

Промисловість будівельних матеріалів України охоплює тисячі підприємств, які розташовані у всіх регіонах країни. Найпотужнішими центрами виробництва є міста Київ, Харків, Одеса, Дніпро, Кривий Ріг, Запоріжжя, Донецьк і Маріуполь. Водночас підприємства цієї галузі є значними джерелами викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище. Наприклад, питомі викиди монооксиду вуглецю на виробництво 1 тонни цементу, вапна та теплоізоляційних матеріалів складають від 20 до 60 кг, а на санітарно-технічне обладнання — до 200 кг. Викиди оксидів сірки для виробництва 1 тонни цементу сягають 16 кг, для вапна — 9 кг, будівельного гіпсу — 2 кг, а для санітарно-технічного обладнання — 3-8 кг [32, 33].

Порівняно з іншими галузями промисловості, рівень уловлювання і знешкодження шкідливих речовин у будівельній промисловості є відносно високим. Проте, незважаючи на застосування заходів очищення, значний рівень забруднення навколишнього середовища газоподібними і рідкими речовинами зберігається. Однією з основних причин є недостатність пилозахисних установок на промислових підприємствах, а також хронічне недофінансування природоохоронних заходів у сфері охорони повітряного басейну.

Головним напрямком вирішення екологічних проблем будівельної промисловості є впровадження сучасного ефективного очисного обладнання, а також новітніх технологічних процесів, що дозволяють мінімізувати викиди забруднювачів. В Україні накопичено певний досвід у раціональному використанні сировинної бази і вторинних матеріалів, а також у використанні промислових відходів. На багатьох підприємствах застосовують кам'яновугільну золу, золо-шлакові суміші теплоелектростанцій, відвальні шахтні породи та інші відходи вугільної промисловості. Використання таких матеріалів дає змогу виробляти

близько 30 видів будівельних матеріалів, що сприяє зниженню екологічного навантаження і збереженню природних ресурсів [2, 30].

Таким чином, будівельна галузь України, попри свою стратегічну важливість для розвитку економіки та соціальної сфери, стикається з низкою екологічних викликів, пов'язаних із забрудненням повітряного середовища, порушенням земельних ресурсів та недостатнім рівнем впровадження природоохоронних заходів. Для сталого розвитку цієї галузі необхідне комплексне застосування сучасних технологій очищення, підвищення ефективності використання вторинних ресурсів, а також системний контроль і регулювання екологічних показників на державному та регіональному рівнях [11, 24].

.

2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Загальна характеристика ТзОВ «Металімпекс»

Об'єктом дослідження є виробнича діяльність ТзОВ «Металімпекс», розташованого в місті Дрогобич за адресою вул. Б. Хмельницького, 39. На території промислового майданчика підприємства функціонують основні цехи: столярний, у якому здійснюється первинне та вторинне розпилювання деревини, та цех бетонних виробів, що спеціалізується на виготовленні пінобетонних блоків і тротуарних плит.

Підприємство межує з такими об'єктами:

- з північного сходу — житлова забудова;
- зі сходу — виробничий майданчик Хлібзаводу;
- з півдня — вул. Б. Хмельницького;
- із заходу — підприємства гуртової торгівлі.

Під'їзні шляхи та внутрішні дороги мають тверде покриття, що забезпечує безперебійну транспортну логістику.

Відповідно до вимог ДСП 173–96, для підприємств аналогічного профілю встановлюється санітарно-захисна зона (СЗЗ) мінімальною шириною 100 м. ТзОВ «Металімпекс» класифікується як об'єкт IV класу шкідливості згідно з ДСППЗНП («Виробництва будівельної промисловості», пункт 1 — виробництво штучного каміння та бетонних виробів). Межі встановленої СЗЗ дотримані; на її території відсутні житлові будинки, освітні заклади, об'єкти медичного та санаторного призначення [14].

2.2 Характеристика технологічних процесів виробництва продукції ТзОВ «Металімпекс»

Виробнича діяльність підприємства охоплює три основні напрямки: виготовлення тротуарних плит, виробництво пінобетонних блоків та обробка деревини з отриманням пиломатеріалів. Технологічні процеси характеризуються використанням цементно-піщаних сумішей, деревини та допоміжних матеріалів, а також застосуванням обладнання для змішування, формування, сушіння, пиляння та очищення повітря.

Виробництво тротуарних плит. Технологічний процес виготовлення тротуарних плит включає підготовку бетонної суміші, її подачу у форми, ущільнення на вібраційній установці, отвердіння в сушильних камерах та подальше вилучення виробів із форм. Основними етапами є:

1. Дозування компонентів, що здійснюється на товарних вагах.
2. Приготування бетонної суміші в бетономішалці об'ємом 50 л шляхом змішування води, пластифікатора, наповнювача та цементу з наступним 15-хвилинним перемішуванням.
3. Заповнення форм і віброущільнення, яке виконується на вібраційному столі; час ущільнення однієї форми — не менше 10 с.
4. Отвердіння у сушильних камерах при температурі 20–60 °С (оптимум — 40–50 °С) протягом 24 годин.
5. Витягування плит та складування на піддони висотою до 1,5 м.

У разі ускладненого вилучення виробів технологічна схема передбачає нагрів форм у водяних ваннах до 50–55 °С з метою полегшення деформування та звільнення полімерних матриць.

Виробництво пінобетонних блоків. Технологія виробництва пінобетонних блоків передбачає приготування цементної суспензії,

заливання її у металеві форми та витримування до повного отвердіння. Основні стадії включають:

1. Підготовку та складання форм, виготовлених із листового металу товщиною 5 мм. Перед складанням усі поверхні очищуються та змащуються мінеральним маслом, щілини герметизуються глиною.
2. Приготування суспензії у змішувачі об'ємом 200 л із нижнім приводом. Компоненти (вода, піноутворювач, цемент, наповнювач) змішуються протягом не менше 5 хвилин.
3. Заливку форм через гофрований шланг під дією стисненого повітря.
4. Отвердіння при температурі приміщення протягом 24 годин.
5. Розбирання форм і складування блоків на піддони, переміщення продукції електрокаром на місце зберігання.

Браковані блоки (зі сколами, тріщинами чи деформаціями) відокремлюються та не допускаються до реалізації.

Виробництво пиломатеріалів. Процес виготовлення пиломатеріалів полягає у механічному розпилюванні круглої деревини на пиломатеріали різних типорозмірів. Сировина зберігається під накриттям, після чого подається електрокраном до столярного цеху. Розпилювання здійснюється на верстаті ВСГ-2000. Готова продукція транспортується у складське приміщення, а відходи деревини — у спеціально відведену зону під навісом. Для зниження емісії пилу столярний цех обладнаний газоочисною установкою типу «Циклон».

Сировинну базу підприємства становлять деревина, цемент, пісок та піноутворювач; їх характеристика наведена у таблиці 2.1.

Сировиною для продукції ТзОВ «Металімпекс» є деревина, піноутворювач, пісок та цемент. Характеристика сировини підприємства наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Характеристика сировини та допоміжних матеріалів, що використовуються у виробництві

№ з/п	Сировина, допоміжні матеріали	Призначення	Умови зберігання	Річне використання	Наявність документації, що регламентує вимоги санітарного законодавства
1	Деревина	Виготовлення пиломатеріалів	Обладнане місце під навісом	1500 м³	Відсутня
2	Піноутворювач	Виготовлення пінобетонних блоків	Складське приміщення	660 кг	ГОСТ 24211
3	Пісок	Виготовлення пінобетонних блоків	Зберігається насипом у відведеному місці	30 м³	ГОСТ 8736-85
4	Цемент	Виготовлення пінобетонних блоків	Складське приміщення	3600 т	ДСТУ БВ 2.7-46-96

2.3 Фізико-географічна та кліматична характеристика району розташування ТзОВ «Металімпекс»

Місто Дрогобич розташоване у південно-західній частині Львівської області, за 76 км від обласного центру — міста Львова. Географічно воно знаходиться в центральній частині Карпатського передового прогину, що є складною геологічною структурою на межі Східноєвропейської платформи і Карпатської геосинклінальної зони. Ця особливість визначає значну геодинамічну активність регіону, що проявляється у складному рельєфі, сейсмічній активності та геотермальних процесах. Дрогобич є важливим транспортним вузлом, який пов'язаний із Львовом залізничним та автомобільним шляхами. Крім того, місто має вигідне розташування на перехресті міжнародних транспортних

магістралей, що сприяє активному розвитку торгівлі та промисловості. Близькість відомих курортів Моршина, Трускавця і Славська, а також рекреаційних зон Карпатських гір створює значний потенціал для розвитку туристичної та рекреаційної інфраструктури.

Площа району становить 808 км², що становить приблизно 3,7% території Львівської області. Рельєф Дрогобицького району має хвилясто-рівнинний характер із загальним нахилом у напрямку річки Дністер, яка є однією з найважливіших водних артерій регіону. Територія має тенденцію до збільшення розчленованості рельєфу у напрямку до Карпатських гір, що характеризується появою яруг, балок, невеликих підвищень і понижень. Такий рельєф впливає на природні процеси, зокрема на водовідведення, ерозію та формування ґрунтового покриву [10].

Кліматичні умови району формуються під впливом помірно-континентального клімату, що характеризується чіткою сезонністю та коливаннями температури й опадів упродовж року. Основними чинниками, що визначають кліматичні особливості, є інтенсивність сонячної радіації, атмосферна циркуляція, а також місцеві географічні умови, зокрема близькість гірських масивів Карпат. Важливою характеристикою є значна хмарність, зумовлена потоками вологого повітря з Атлантики, що призводить до порівняно невеликої кількості сонячних днів — близько 50 на рік, водночас кількість хмарних днів сягає 150, а днів із перемінною хмарністю — 165. Радіаційний баланс позитивний і становить 49 ккал/см² на рік, що забезпечує достатній рівень сонячної енергії для розвитку рослинності та агрокультур, хоча у зимові місяці (листопад–лютий) він має від’ємні значення через низьку інсоляцію.

Річна випаровуваність води у районі складає близько 560 мм, що відповідає витратам енергії понад 30 ккал/см². Температурний режим характеризується середньорічною температурою повітря у межах від +5,2 °С до +8,0 °С. Літній період відзначається теплою погодою з середньою

температурою липня $+18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, але при цьому можливі спекотні дні з температурами, що досягають $+37\text{ }^{\circ}\text{C}$. Зимовий період помірно холодний із середньою температурою січня близько $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, проте іноді спостерігаються сильні морози до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, що є типовим для помірно-континентального клімату. Річна сума опадів коливається в межах 750–800 мм, з максимумом у літні місяці, що пов'язано з активністю циклонів та грозових явищ. Нестійкий сніговий покрив, який утворюється в кінці листопада – на початку грудня, зазвичай тане у березні, що створює сприятливі умови для весняного відновлення рослинності.

Гідрологічні умови району визначаються річковою мережею, яка належить до басейну Чорного моря. Основними річками є Стрий, Бережниця та Свіча — притоки Дністра. Вони живляться талими сніговими, дощовими та підземними водами, що забезпечує їх стабільний водний режим. Проте в періоди паводків рівень води може підніматися до 4–5 м, що становить загрозу для населених пунктів та інфраструктури. Тривалість паводкових явищ коливається від 5 до 15 днів. Історично найбільші повені були зафіксовані у 1927, 1941, 1955, 1969 роках, остання значна повінь трапилась у 2008 році. Окрім поверхневих, у районі присутні різноманітні підземні води — прісні, термальні та мінеральні, що мають значення для питного водопостачання та лікувально-оздоровчої сфери [4].

Ґрунтовий покрив регіону відзначається високою різноманітністю, що зумовлено складною геоморфологією, кліматичними умовами і різновидністю материнських порід. Основними типами ґрунтів є дерново-підзолисті, сірі лісові, лучні болотні та бурі гірські ґрунти. Така різноманітність створює сприятливі умови для ведення сільськогосподарської діяльності, проте також вимагає комплексного підходу до їх використання та охорони.

Регіон належить до підзони Лісостепу, яка на південному заході переходить у зону мішаних лісів Карпат, а на південному сході — у зону

широколистих лісів. На території поширена різноманітна рослинність: лісова, лучна та культурна, що підтримує багатий тваринний світ. Передкарпатський зоогеографічний район характеризується різноманітністю видового складу фауни, що є важливим показником екологічної стабільності регіону.

Економічний профіль Дрогобицького району — індустріально-аграрний. На його території функціонують підприємства машинобудівної, металообробної, деревообробної, харчової та легкої промисловості. Інтенсивне використання природних ресурсів та промислове навантаження призводять до значних змін у природних комплексах, зокрема, порушення водного режиму, деградації ґрунтів та погіршення якості атмосферного повітря [3].

У межах міста та району функціонує понад 150 підприємств і організацій із стаціонарними джерелами викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Основними джерелами забруднення є викиди при спалюванні природного газу як палива, технологічні процеси на промислових підприємствах, транспортування енергоресурсів, а також автотранспорт. Особливу увагу привертає застаріле технологічне обладнання, яке характеризується підвищеним енергоспоживанням та неефективними системами очищення викидів. Внаслідок цього спостерігається значний рівень забруднення атмосферного повітря пилом, газами та іншими шкідливими речовинами, що негативно впливає на екологічний стан території та здоров'я населення [37].

2.4 Методи досліджень

Інвентаризація джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу проведена за загальноприйнятими методиками з використанням інструктивних матеріалів [8, 9, 12, 13, 18, 22, 23, 25, 27-29].

Запиленість повітря оцінювали з урахуванням хімічного складу, розміру та токсичності пилових частинок. Пил поділяють на тонкодисперсний (розмір до сотень мікрметрів, здатний затримуватися в легенях) і грубодисперсний (швидко осідає).

Якісний аналіз пилу здійснювався мікроскопічним методом, а кількісний — ваговим методом із використанням фільтрів і розрахунком масової концентрації пилу.

Викиди пилу від неорганізованих джерел розраховували за формулою з урахуванням місцевих умов, вологості та характеристик матеріалу.

Розсіювання забруднювачів моделювали програмою ЕОЛ-Плюс відповідно до методики ОНД-86 [22], з урахуванням фонових концентрацій. Розрахунок проводився для речовин, у яких співвідношення викиду до ГДК перевищує нормативні значення.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин ТзОВ «Металімпекс»

Одним із важливих аспектів оцінки екологічного стану підприємства є вивчення джерел утворення забруднюючих речовин, які виникають у процесі виробничої діяльності. Аналіз цих джерел дозволяє визначити обсяги і типи забруднень, що потрапляють в навколишнє середовище, та розробити заходи для їх мінімізації.

На промисловому майданчику ТзОВ «Металімпекс» функціонують основні виробничі цехи: столярний цех, де здійснюється розпилювання деревини на пиломатеріали, а також цех бетонних виробів, де виготовляють пінобетонні блоки та тротуарні плити.

У процесі виробництва тротуарних плит у цеху бетонних виробів відбувається приготування бетонної суміші, що включає цемент, наповнювач, воду. Суміш засипають у форми, ущільнюють за допомогою віброустановки, сушать у камерах, а потім витягують готову продукцію для складування. Під час приготування бетонної суміші у бетономішалці, де заливають воду, додають пластифікатор, наповнювач і цемент, у повітря виділяються неорганічний та цементний пил.

Виробництво пінобетонних блоків передбачає приготування цементної суспензії з наповнювачем, заливку форм та їх отвердіння. Під час змішування у змішувачі завантажують воду, піноутворювач, цемент, пісок або інший наповнювач. Внаслідок цього у атмосферу потрапляє пил неорганічного походження та цементний пил.

В столярному цеху підприємства, де здійснюється розпилювання деревини на пиломатеріали за допомогою розпилювальної машини ВСГ-

2000, відбувається виділення пилу деревини. Для зниження рівня пилу у повітрі цех обладнаний газоочисною установкою типу «Циклон».

Таким чином, основними джерелами утворення забруднюючих речовин на ТзОВ «Металімпекс» є змішувач для приготування пінобетонної суміші, бетонозмішувач і віброустановка, що використовуються під час виробництва тротуарних плит, насип піску, а також розпилювальна машина ВСГ-2000 на ділянці виготовлення пиломатеріалів. Детальна характеристика цих джерел наведена в таблиці 3.1.

3.2 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Металімпекс»

У ході проведення екологічного аналізу діяльності підприємства ТзОВ «Металімпекс» було встановлено, що основними джерелами викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря є три ключові об'єкти: цех бетонних виробів (джерело №1), столярний цех(джерело №2) та насип піску (джерело №3). Кожне з цих джерел має специфічні характеристики та вплив на якість навколишнього середовища. Для детального вивчення і систематизації інформації про джерела викидів на підприємстві були підготовлені відповідні таблиці, які відображають як загальні, так і локальні особливості цих джерел.

Зокрема, таблиця 3.2 містить узагальнену характеристику основних джерел викидів, таблиця 3.3 — описує викиди забруднюючих речовин, що утворюються від окремих типів обладнання та споруд і надходять до джерел викиду, а таблиця 3.4 представляє загальну характеристику викидів, що формуються на основних виробничих ділянках підприємства.

Таблиця 3.1 - Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин ТзОВ «Металімпекс»

Виробництво	№ джерела викиду	К-ть вентиляційних	Джерело утворення	Етапи технологічного процесу	Завантаження техн.	Об'єм газів, м³/с	Температура, °С	Код забруднюючої речовини	Забруднююча речовина	Фактичне значення концентрації, мг/м³	Проектне значення концентрації, мг/м³	Значення концентрації по технічному регламенту, мг/м³	Методика визначення показників
Виробництво пінобетонних блоків	№ 1	—	Змішувач	Приготування пінобетонної суміші	1	20,0	2908	2918	Пил неорганічний (містить двоокис кремнію 70-20%)	—	—	—	—
								2918	Пил цементний	—	—	—	—
Виробництво тротуарних плит	№ 1	—	Бетонозмішувач, віброустановка	Приготування бетонної суміші	1	20,0	2908	2918	Пил неорганічний (містить двоокис кремнію 70-20%)	—	—	—	—
								2918	Пил цементний	—	—	—	—

Продовження таблиці 3.1													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Виробництво пиломатеріалів	№ 2	1	Розпилювальна машина ВСГ-2000	Розпилювання деревини	1	0,36	19,0	10293	Пил деревини	52,0	46,0	52,0	Методика визначення концентрації пилу в технологічних газах
Виробництво тротуарних плит	№ 3	—	Насип піску	Приготування бетонної суміші	1	20,0	2908	2918	Пил неорганічний (містить двоокис кремнію 70-20%)	—	—	—	—

Аналіз показав, що серед джерел викидів ТзОВ «Металімпекс» виділяється одне організоване джерело — газоочисна установка «Циклон», яка забезпечує очищення пилоповітряної суміші, що відсмоктується з робочої зони деревообробного верстату ВСГ-2000. Крім того, підприємство має два неорганізованих джерела викидів: бетонозмішувачі цеху бетонних виробів, під час роботи яких у повітря потрапляє пил цементу та піску, а також насип піску, який при розвантажувально-завантажувальних операціях виділяє пил піску. Детальна характеристика цих неорганізованих джерел викидів наведена в таблиці 3.5. Цей комплексний підхід до вивчення джерел забруднення дозволяє ефективно контролювати та знижувати рівень шкідливих викидів, сприяючи поліпшенню екологічного стану підприємства та навколишнього середовища.

За даними досліджень викидів забруднюючих речовин, проведених на основних виробничих ділянках підприємства ТзОВ «Металімпекс», було встановлено кілька ключових джерел забруднення атмосферного повітря.

Найбільший внесок у загальний обсяг викидів робить цех бетонних виробів. В цьому цеху в атмосферу надходять речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, серед яких найбільше поширений пил неорганічного походження, що містить двоокис кремнію (70-20%) та цементний пил.

Загальна потужність викиду цих речовин складає близько 0,15 кг/год для суспендованих частинок, 0,048 кг/год для пилу з кремнієм та 0,103 кг/год для цементного пилу. Це свідчить про активну фазу виробничого процесу, під час якого відбувається інтенсивне пиловиділення.

Таблиця 3.2 - Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин підприємства

Виробництво, процес, устаткування	№ джерела викиду	Найменування джерела викиду	Параметри джерела викиду	Координати джерела (X1, Y1, X2, Y2)	Місце відбору проб	Параметри газопилового потоку	Код забруднюючої речовини	Найменування забруднюючої речовини	Макс. концентрація, мг/м³ (макс./потужність/рік)
Виробництво бетонних виробів	№1	Цех бетонних виробів	висота: 234 м, діаметр: 61 м	30, 103, -, -	-	витрата: 20 м³/с, темп.: 3000 °С	2908	Пил неорганічний (SiO₂ 70-20%)	0,013 / 0,048 / 0,072
							2918	Пил цементний	0,029 / 0,103 / 0,155
Виробництво пиломатеріалів	№2	Столярний цех	висота: 7 м, діаметр: 0,4 м	28,4, 22,2, -	Труба	витрата: 0,363 м³/с, темп.: 19 °С	10293	Пил деревини	52 / 0,019 / 0,068
Виробництво бетонних виробів	№3	Насип піску	висота: 203 м, діаметр: 115 м	4, 3, -, -	-	витрата: 20 м³/с, темп.: 3000 °С	2908	Пил неорганічний (SiO₂ 70-20%)	0,001 / 0,003 / 0,004

Таблиця 3.3 - Характеристика викидів забруднюючих речовин від окремих типів обладнання і споруд

№ джерела викиду	Джерело утворення	Місце відбору проб	Діаметр газоходу, м	Витрата, м³/с	Швидкість, м/с	Температура, °С	Код забрудн. речовини	Найменування забрудн. речовини	Макс. концентрація, мг/м³	Потужність викиду г/сек	Потужність викиду кг/год
№1	Змішувач	Неорганізоване	-	20	-	3000	2908	Пил неорганічний (SiO ₂ 70-20%)	0,0067	0,021	0,076
							2918	Пил цементний	0,0143	0,0517	-
	Бетонозмішувач, віброустанова	Неорганізоване	-	20	-	3000	2908	Пил неорганічний (SiO ₂ 70-20%)	0,0067	0,021	0,076
							2918	Пил цементний	0,0143	0,0517	-
№2	Розпилювальна машина ВСГ-2000	Труба	0,4	0,363	2,89	19	10293	Пил деревини	52	0,019	0,068
№3	Насип піску	Неорганізоване	-	20	-	3000	2908	Пил неорганічний (SiO ₂ 70-20%)	0,00072	-	0,0026

Таблиця 3.4 - Характеристика викидів забруднюючих речовин від основних виробництв

Виробництво	Продукція	Одиниця виміру	Кількість	Сировина/матеріал	Одиниця виміру	Кількість	Код забруднення	Забруднююча речовина	Одиниця виміру	Питомий викид (т/рік на од. продукції)	Фактичний викид (т/рік)
Виробництво пінобетонних блоків	Пінобетонні блоки	м³	1100	Піноутворювач	кг	660	2908	Пил неорганічний з двоокисом кремнію (70-20%)	т/рік	0,0381	0,0000346
				Пісок	м³	30	2918	Пил цементний	т/рік	0,0775	0,0000705
Виробництво тротуарних плит	Тротуарні плити	м²	8600	Цемент	т	3600	2908	Пил неорганічний з двоокисом кремнію (70-20%)	т/рік	0,0381	0,00000442
							2918	Пил цементний	т/рік	0,0775	0,00000901
Виробництво пиломатеріалів	Пиломатеріали	м³	1500	Деревина	м³	1500	10293	Пил деревини	т/рік	0,1021	0,000068

Таблиця 3.5 - Характеристика джерел неорганізованих викидів

№ джерела викиду	Найменування джерела викиду	Код забруднюючої речовини	Найменування забруднюючої речовини	Потужність викиду г/сек	Потужність викиду кг/год
№1	Цех бетонних виробів	3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	0,042	0,152
		2908	Пил неорганічний (SiO ₂ 70-20%)	0,013	0,048
		2918	Пил цементний	0,029	0,103
№3	Насип піску	3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	0,001	0,003
		2908	Пил неорганічний (SiO ₂ 70-20%)	0,001	0,003

Другим за значенням джерелом забруднення є насип піску, який також є джерелом неорганічного пилу з двоокисом кремнію. Проте обсяги викидів у цьому випадку значно менші — приблизно 0,003 кг/год для пилу як суспендованих частинок, так і пилу з кремнієм. Це пояснюється меншою інтенсивністю взаємодії з атмосферою порівняно з цехом бетонних виробів.

Виробництво пиломатеріалів також супроводжується викидами пилу деревини, проте ці дані були наведені в інших таблицях і в цьому аналізі розглянуті окремо.

Питомі викиди на одиницю продукції свідчать про те, що найбільша питома маса викидів припадає на пил деревини в процесі виробництва пиломатеріалів (понад 0,1 т/рік на кубічний метр продукції), тоді як

викиди пилу неорганічного та цементного пилу під час виготовлення пінобетонних блоків та тротуарних плит значно менші.

Загалом результати свідчать про необхідність підтримки та вдосконалення систем пиловидалення, особливо у цеху бетонних виробів, а також моніторинг і контроль викидів із насипів сипучих матеріалів для мінімізації забруднення атмосферного повітря на території підприємства.

3.3 Характеристика викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Металімпекс»

В рамках проведених досліджень було проаналізовано основні джерела утворення та викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря на території підприємства ТзОВ «Металімпекс». Результати свідчать, що у процесі виробничої діяльності підприємства в атмосферу потрапляють три основні види пилу, що мають різне походження та хімічний склад. Це:

- пил неорганічний з вмістом двоокису кремнію у межах 70-20% (шляховий цемент),
- пил цементний,
- пил деревини.

Дані забруднювачі надходять від різних виробничих ділянок підприємства, зокрема цеху бетонних виробів, насипу піску та столярного цеху. Найбільший внесок у загальний обсяг викидів має цех бетонних виробів, де активний процес приготування сумішей і маніпуляції з цементом та піском спричиняють інтенсивне утворення пилу. Водночас пил деревини, що формується у столярному цеху при розпилюванні, є також вагомим джерелом пилових викидів.

Сумарна маса забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферу в результаті діяльності підприємства, становить приблизно 0,333 тонни на

рік. Цей показник включає внесок усіх видів пилу з урахуванням їх питомої маси викиду, що демонструє загальний рівень забруднення повітря на підприємстві.

Потенційні обсяги викидів за окремими групами речовин наведені в таблиці 3.6. Вони дають змогу оцінити основні джерела забруднення і визначити пріоритети для здійснення контролю та впровадження заходів з охорони атмосферного повітря.

Таблиця 3.6 - Викиди забруднюючих речовин та груп речовин в атмосферне повітря від ТзОВ «Металімпекс»

Код забруднюючої речовини	Найменування забруднюючої речовини	Потенційний викид, тонн
3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, в т.ч.:	0,333
3000	Пил деревини	0,102
3001	Пил неорганічний, який містить двоокис кремнію у %: 70-20 (шляховий цемент)	0,076
3001	Пил цементний	0,155
	Усього для підприємства:	0,333

Для підприємства актуальним є підтримання ефективної роботи газоочисного обладнання, особливо у виробничих цехах, а також застосування технологій, які зменшують пиловиділення під час роботи з сипучими матеріалами.

Таким чином, результати досліджень підкреслюють необхідність комплексного підходу до екологічного контролю та оптимізації

виробничих процесів на ТзОВ «Металімпекс» з метою мінімізації впливу на довкілля і забезпечення безпеки навколишнього середовища.

Основною забруднюючою речовиною, яка надходить у атмосферне повітря від діяльності ТзОВ «Металімпекс», є цементний пил. Валовий обсяг його викидів становить 0,155 тонни на рік, що робить його найбільшим джерелом пилових забруднень серед усіх виявлених речовин на підприємстві. Внаслідок виробничих процесів, пов'язаних із приготуванням бетонних сумішей, цей тип пилу потрапляє в атмосферу у значних кількостях, що може мати негативний вплив на якість повітря та здоров'я населення.

Для оцінки відповідності діяльності підприємства встановленим екологічним нормам проведено порівняльний аналіз фактичних обсягів викидів із затвердженими нормативними значеннями. Результати цього аналізу, що включають викиди від усіх стаціонарних джерел забруднення на ТзОВ «Металімпекс», наведені в таблиці 3.7. Вони дозволяють визначити ступінь відповідності фактичних викидів вимогам законодавства та виявити потенційні ризики для навколишнього середовища.

Таке порівняння є важливим етапом екологічного контролю, оскільки дає змогу своєчасно виявити перевищення допустимих норм та запровадити необхідні заходи щодо зниження рівня забруднення атмосферного повітря. Це також сприяє підвищенню екологічної безпеки і збереженню якості довкілля в регіоні.

Таблиця 3.7 - Порівняльна характеристика викидів забруднюючих речовин підприємства до нормативів

Номер джерела викиду	Код забруднюючої речовини	Найменування забруднюючої речовини	Фактичний викид	Норматив граничнодопустимого викиду
			Масова концентрація в газопиловому потоці, мг/м ³	Величина масового потоку в газах, кг/год
№2	3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, в т.ч.	52	0,068
	3000	Пил деревини	52	0,068

Дані свідчать, що фактична масова концентрація речовин у вигляді суспендованих твердих частинок (зокрема пилу деревини) у газопиловому потоці зі стаціонарного джерела №2 на ТзОВ «Металімпекс» становить 52 мг/м³, а масовий потік забруднюючих речовин у відхідних газах — близько 0,068 кг/год.

Ці показники значно нижчі за встановлені нормативи граничнодопустимих викидів: нормативна концентрація для цих речовин становить 150 мг/м³, а максимально допустима маса викиду — 0,5 кг/год.

Отже, фактичні викиди пилу деревини та інших твердих частинок зі стаціонарного джерела №2 не перевищують нормативних значень і відповідають вимогам діючого екологічного законодавства.

У ході проведених інструментальних замірів викидів забруднюючих речовин на джерелах викидів підприємства ТзОВ «Металімпекс» під час роботи обладнання при номінальному навантаженні було встановлено, що технологічне устаткування функціонує у задовільному технічному стані. Загалом експлуатація виробничих процесів відповідає загальноприйнятим технологічним вимогам.

Величина фактичних викидів забруднюючих речовин підприємства знаходиться в межах нормативних значень, затверджених відповідними державними стандартами та екологічним законодавством. Це свідчить про ефективність діючих технологічних процесів і систем контролю викидів, що забезпечує дотримання екологічних нормативів.

Обсяги викидів забруднюючих речовин від технологічного устаткування, а також від виробничих і технологічних процесів на ТзОВ «Металімпекс» наведені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 - Обсяги викидів забруднюючих речовин від виробничих і технологічних процесів та технологічного устаткування ТзОВ «Металімпекс» (тонн/рік)

Код забруднюючої речовини	Найменування забруднюючої речовини	Потенційний викид (тонн)
3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, в т.ч.:	0,118
3001	Пил неорганічний, який містить двоокис кремнію у %: 70-20 (ш.ц.)	0,040
3001	Пил цементний	0,077
	Усього за виробничим та технологічним процесом	0,118
3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, в т.ч.:	0,114
3001	Пил неорганічний, який містить двоокис кремнію у %: 70-20 (ш.ц.)	0,036
3001	Пил цементний	0,077
	Усього за виробничим та технологічним процесом	0,114
3000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, в т.ч.:	0,102
3000	Пил деревини	0,102
	Усього за виробничим та технологічним процесом	0,102

Таблиця 3.9 - Характеристика газоочисних установок ТзОВ «Металімпекс»

№ джерела викиду	№ вент. системи	№ ГОУ в техн. ланцюзі	ГОУ	Міжремонтний період	Дата ост. ремонту	Параметри ПГПС на вході в ГОУ	Параметри ПГПС на виході з ГОУ	Речовина	N ступ. очищення	Концентрація речовини на вході в ГОУ, мг/м³	Ефективність очищення, %	Концентрація речовини на виході з ГОУ, мг/м³	Прилади контролю
№2	1	1	13113 B05	-	-	Об'єм: 0,36 м³/с, Темп: 19 °С	Об'єм: 0,36 м³/с, Темп: 19 °С	Код: 10293Пил деревини	1	505	89.7	52.0	Контроль відсутній

3.4 Характеристика пилогазоочисного обладнання ТзОВ «Металімпекс»

В ході дослідження встановлено, що на підприємстві ТзОВ «Металімпекс» в експлуатації знаходиться розпилювальна машина марки ВСГ – 2000, яка була введена в експлуатацію 21 грудня 2006 року. Нормативний строк амортизації даного обладнання становить 10 років, що слід враховувати при плануванні його подальшої експлуатації або оновлення.

Для очищення пилоповітряної суміші, яка утворюється в процесі роботи розпилювальної машини, використовується пилогазоочисна установка типу «Циклон». Зокрема, на підприємстві застосовується модель «Циклон 13113 В05», яка характеризується високою ефективністю очищення — вона забезпечує вилучення до 89,7% пилу деревини з потоку відхідних газів.

Стабільна і ефективна робота пилогазоуловлюючого обладнання залежить від низки важливих факторів. До них належать забезпечення герметичності всіх з'єднань у системі, що запобігає витоку пилу в атмосферу; безперебійний вивід відокремленого пилу з установок, що дозволяє уникнути накопичення і потенційного аварійного викиду; а також регулярна перевірка справності пилогазоуловлювачів, яка включає профілактичне технічне обслуговування і своєчасний ремонт вузлів.

Дотримання цих умов є ключовим для забезпечення екологічної безпеки виробничих процесів на підприємстві та мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище, що пов'язаний із пиловими викидами.

Для уникнення підсосів повітря і зниження коефіцієнта корисної дії (ККД) циклонів на ТзОВ «Металімпекс» всі фланцеві з'єднання необхідно ретельно герметизувати. Герметичність випускних пристроїв (шлюзових затворів, клапанів) слід регулярно перевіряти за допомогою

мікроманометра. Повітропровід, що під'єднаний до циклону, має містити перед входом у циклон не менше п'яти діаметрів прямої горизонтальної ділянки.

Загалом, підвищений опір циклону 13113 B05, який використовується на підприємстві, може бути викликаний такими причинами:

- ✓ Нагромадженням пилу всередині циклону;
- ✓ Низьким положенням протидощового зонту на вихлопній трубі;
- ✓ Завищеним розходом повітря.

Накопичення пилу в циклоні призводить до високої запиленості повітря, що виходить із нього. Це може бути спричинено відхиленням вхідної швидкості повітря більше ніж на 10% від рекомендованої для такого типу циклонів. Подібні збої можуть виникати через попадання значної кількості тонкодисперсних фракцій продукту в аспіраційну систему.

Нестабільна робота циклонів також може бути спричинена недостатньою герметичністю, особливо в місцях з'єднання з порохозбірним бункером, шнеками і шлюзовими затворами, а також нерівностями внутрішньої поверхні (яка повинна бути абсолютно гладкою).

Для захисту від корозії зовнішню поверхню циклону важливо регулярно фарбувати.

Важливою умовою безперебійної роботи пилогазоуловлювального обладнання є постійне відведення пилу. Пил, що відділяється від циклонів і фільтрів, повинен безперервно видалятися. Продувні механізми (клапани, труба Вентурі) мають перебувати у справному стані. Для своєчасної заміни, очищення та ремонту фільтрувальних рукавів необхідно мати запас, що становить не менше 10% від працюючих.

Підвищена запиленість повітря, яке виходить із фільтра, може бути викликана такими факторами:

- ✓ Розривами рукавів по шву;
- ✓ Відривом рукавів від нижніх фланців;
- ✓ Низькою якістю фільтрувальної тканини (надто рідка структура або нерівномірна пористість).

Опір фільтрів може змінюватися залежно від:

- ✓ Виду фільтрувальної тканини;
- ✓ Характеру перероблюваного продукту (тонкодисперсний, мучнистий або зерновий);
- ✓ Кількості повітря, що подається на фільтр;
- ✓ Підвищеного конденсату вологи в зимовий період, що призводить до закупорки тканини.

Для контролю опору фільтрів застосовують U-подібні водяні манометри або індикатори тиску типу СП-3.

Для зниження викидів забруднюючих речовин в атмосферу рекомендується заміна ординарних циклонів типу ЦОЛ на батарейні циклонні установки типів 4БЦШ і УЦ. У випадках, коли відсутня конденсація вологи з пилом, рекомендовано замінювати циклонні установки на фільтри з імпульсною продувкою типу РЦІ.

3.5 Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин ТзОВ «Металімпекс» на стан атмосфери

Одним із ключових аспектів екологічного моніторингу підприємства є визначення ступеня впливу його виробничої діяльності на якість атмосферного повітря в прилеглий території. Забруднюючі речовини, що потрапляють в атмосферу в результаті технологічних процесів, можуть мати шкідливий вплив на здоров'я населення та стан навколишнього середовища.

Вплив викидів забруднюючих речовин підприємства ТЗОВ «Металімпекс» на якість атмосферного повітря оцінювали шляхом моделювання розсіювання забруднювачів у приземному шарі атмосфери. Розрахунки виконувалися за допомогою програми ЕОЛ-Плюс (версія 5.23), що є уніфікованим засобом для визначення концентрацій забруднювачів в атмосферному повітрі, з урахуванням фонових концентрацій.

Методика розрахунків відповідала нормам «Методики розрахунку концентрацій забруднюючих речовин у викидах підприємств» (ОНД-86) [22]. Розсіювання моделювалося на площі 2000×2000 м з кроком 50×50 м у заводській системі координат.

Для розрахунку використовували параметри джерел викидів, наведені в таблиці 3.2, а також дані про фонові концентрації забруднювачів у місті Дрогобич (таблиця 3.10). Фонові концентрації були надані Державним управлінням охорони навколишнього середовища Львівської області.

Враховувалися також географічне розташування підприємства (таблиця 3.11), умови навколишнього середовища та метеорологічні показники (таблиця 3.12), що впливають на процес розсіювання забруднювачів.

Таблиця 3.10. Фонові концентрації забруднюючих речовин у зоні впливу ТЗОВ «Металімпекс»

№	Код	Найменування	ГДК (мг/м³)	ОБРД (мг/м³)	Фонова концентрація (мг/м³)
1	3001 2908	Пил неорганічний з двоокисом кремнію 70- 20%	0,300	-	0,200
2	3001 2918	Пил цементний	0,020	-	-
3	3000 10293	Пил деревини	-	0,100	-

Таблиця 3.11 - Географічні координати розташування ТзОВ «Металімпекс»

Об'єкт	Широта (° ' ")	Довгота (° ' ")
Підприємство	49° 20' 10"	23° 15' 50"

Таблиця 3.12 - Метеорологічні характеристики району (м. Дрогобич)

Характеристика	Величина
Коефіцієнт стратифікації атмосфери, А	200
Коефіцієнт рельєфу місцевості	1
Середня максимальна температура найспекотнішого місяця, °С	22,1
Середня температура найхолоднішого місяця, °С (для котелень)	-9
Середньорічна роза вітрів, %	
— Північ (П)	7,4
— Північно-східний (ПС)	5,7
— Південь (С)	9,5
— Південно-східний (ПдС)	20,9
— Південь (Пд)	8,9
— Південно-західний (ПдЗ)	11,7
— Захід (З)	23,3
— Північно-західний (ПЗ)	12,6
Швидкість вітру, м/с (5%-ве перевищення)	10

Перед проведенням розрахунків розсіювання визначали доцільність їх виконання згідно з вимогами [22]. Для кожної забруднюючої речовини розраховували коефіцієнт (М/ГДК) та порівнювали його з граничним значенням Φ , що залежить від середньої висоти джерел викиду (Н).

Результати (таблиця 3.13) підтвердили необхідність розрахунків для всіх трьох основних пилових забруднювачів.

Таблиця 3.13 - Доцільність проведення розрахунків розсіювання забруднюючих речовин

№	Забруднювальна речовина	Розрахунок доцільний (М/ГДК > Φ)
1	Пил неорганічний з двоокисом кремнію 70-20 %	$0,0134 / 0,2 = 0,067 > 0,01$
2	Пил цементний	$0,0287 / 0,2 = 0,144 > 0,01$
3	Пил деревини	$0,0189 / 0,1 = 0,189 > 0,1$

Розрахунки розсіювання проводилися для відображення реального впливу ТЗОВ «Металімпекс» на атмосферне повітря. Отримані максимальні концентрації забруднюючих речовин у контрольних точках межі санітарно-захисної зони (СЗЗ) не перевищують встановлені гранично допустимі концентрації (ГДК) (таблиця 3.14).

Карта-схеми розсіювання забруднюючих речовин (пилу неорганічного, пилу цементного, пилу деревини) від ТЗОВ «Металімпекс» наведені на рисунках 3.1-3.3.

Таблиця 3.14. - Максимальні розрахункові концентрації забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери

Забруднююча речовина	Макс. концентрація (мг/м³)	Частка від ГДК (%)
Пил неорганічний з двоокисом кремнію 70-20 %	0,278	77
Пил цементний	0,170	62
Пил деревини	0,023	22

Пил неорганічний, який містить двоокис кремнію у %: 70-20 (ш.ц.). Розрахунок виконано 17.02.2008 о 13:53 програмою Еол-Плюс, версія 5.23

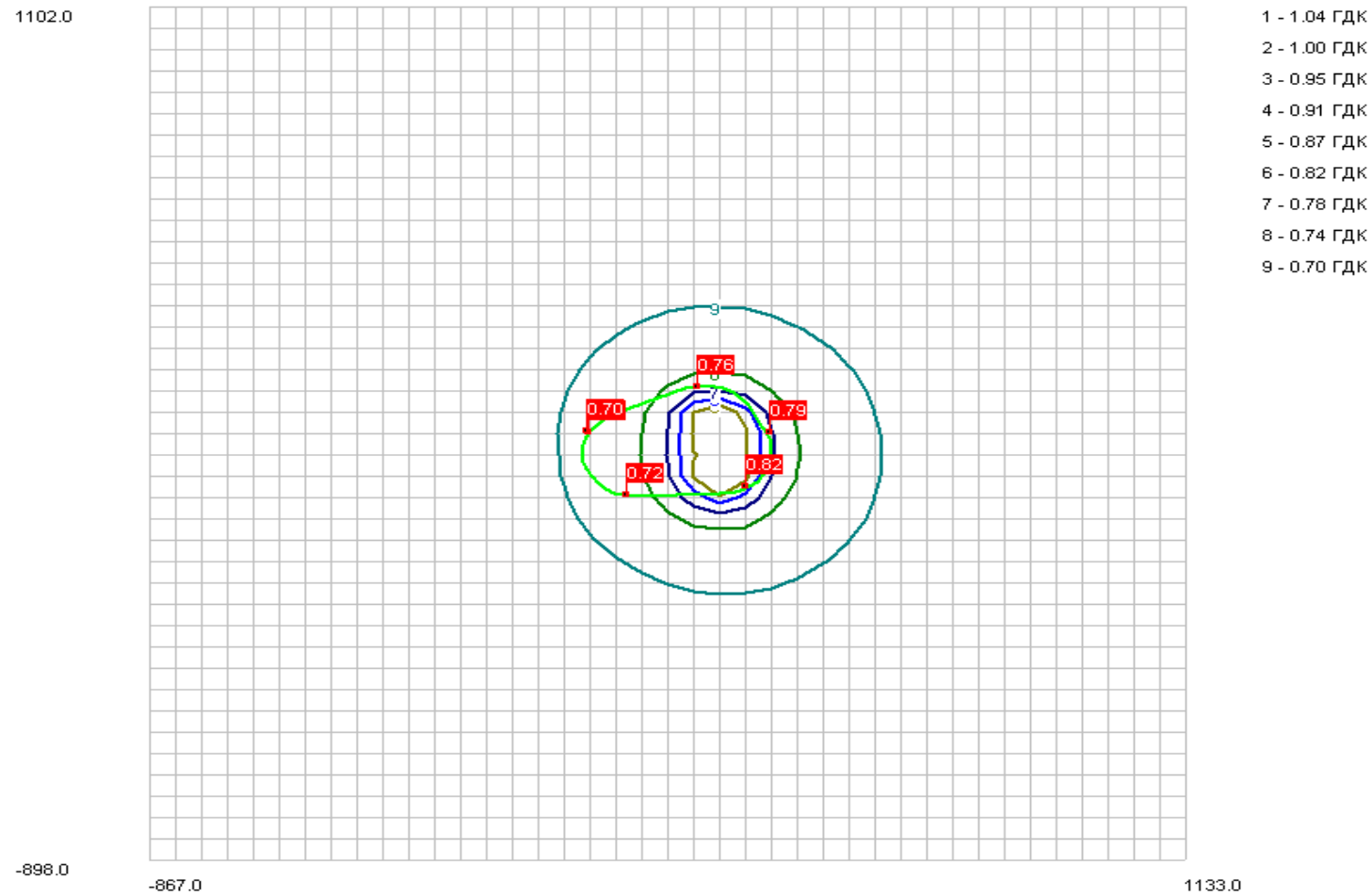


Рисунок 3.1 Карта-схема розсіювання пилу неорганічного

Пил деревини. Розрахунок виконано 26.02.2008 о 16:11 програмою Еол-Плюс, версія 5.23

1102.0

-898.0

-867.0

1133.0

- 1 - 0.34 ГДК
- 2 - 0.30 ГДК
- 3 - 0.26 ГДК
- 4 - 0.22 ГДК
- 5 - 0.18 ГДК
- 6 - 0.14 ГДК
- 7 - 0.10 ГДК
- 8 - 0.064 ГДК
- 9 - 0.024 ГДК

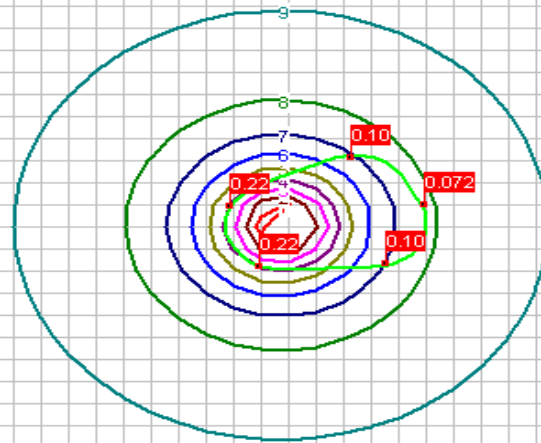


Рисунок 3.2 Карта-схема розсіювання пилу деревини

Пил цементний. Розрахунок виконано 26.02.2008 о 16:11 програмою Еол-Плюс, версія 5.23

1102.0

-898.0

-867.0

1133.0

- 1 - 1.18 ГДК
- 2 - 1.04 ГДК
- 3 - 0.90 ГДК
- 4 - 0.77 ГДК
- 5 - 0.63 ГДК
- 6 - 0.49 ГДК
- 7 - 0.35 ГДК
- 8 - 0.22 ГДК
- 9 - 0.079 ГДК

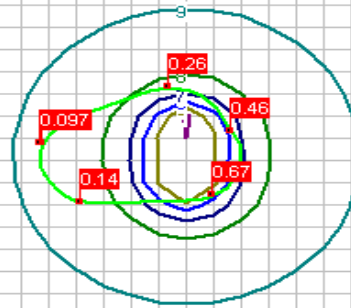


Рисунок 3.3 Карта-схема розсіювання пилу цементного

3.6 Пропозиції щодо дозволених обсягів викидів забруднюючих речовин та контроль дотримання нормативів на підприємстві

Враховуючи результати проведених розрахунків концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери, було встановлено, що загальні викиди ТзОВ «Металімпекс» разом із фоновим рівнем забруднення не перевищують нормативних гігієнічних значень у межах прилеглої території. Це дає підстави пропонувати поточні обсяги викидів як нормативні гранично допустимі викиди (ГДВ) для усіх основних джерел підприємства.

Таблиця 3.15 містить конкретні пропозиції щодо дозволених обсягів викидів забруднюючих речовин для стаціонарних джерел ТзОВ «Металімпекс».

Таблиця 3.15 - Пропозиції щодо нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел ТзОВ «Металімпекс»

Джерело викидів	Найменування речовини	Законодавчо встановлений ГДВ, мг/м ³	Запропонований ГДВ, мг/м ³	Термін досягнення нормативу
№2 — Столярний цех	Суспендовані частинки, недиференційовані за складом	150	150	01.08.2025

Щодо неорганізованих джерел викидів (№1 — цех бетонних виробів, №3 — насип піску), нормативи гранично допустимих викидів не встановлюються. Регулювання таких викидів здійснюється на основі організаційно-технічних вимог:

Розвантажувально-завантажувальні операції з піском і цементом мають проводитись за технологічними регламентами, які забезпечують мінімізацію пилових викидів.

Зберігання цементу допускається виключно у мішках у закритих складських приміщеннях, а пісок — на огорожених відкритих площадках із регулярним зволоженням у періоди посушливої погоди.

Всі роботи повинні організовуватись таким чином, щоб викиди не спричиняли дискомфорту або негативного впливу за межами території підприємства, особливо в житлових зонах міста Дрогобич.

Контроль за дотриманням нормативів гранично допустимих викидів на підприємстві здійснюється відповідно до затверджених планів та з урахуванням рекомендацій Міністерства охорони навколишнього середовища та Міністерства охорони здоров'я України.

Основними методами контролю є прямі виміри концентрацій забруднюючих речовин та об'єму газоповітряної суміші безпосередньо у джерелах викидів. Контроль охоплює:

Джерела викидів із найбільшим внеском у забруднення — систематичний контроль.

Дрібніші джерела — періодичний контроль.

Визначення частоти вимірювань базується на потужності джерела, стабільності викиду та вимогах щодо точності контролю. Орієнтовна кількість планових замірів у рік розраховується за статистичною формулою, що враховує рівень похибки та дисперсію результатів.

Виробничий контроль здійснюють підрозділи підприємства або акредитовані спеціалізовані організації, відповідальні за дотримання технологічних регламентів і вимог дозвільних документів.

Контрольні значення приземних концентрацій забруднюючих речовин для контролю нормативів ТзОВ «Металімпекс» наведено в таблиці 3.16.

**Таблиця 3.16 - Контрольні значення для контролю нормативів
ГДВ (ТПВ) на межі СЗЗ**

№ контр. точки	Координати (X, Y)	Речовина	Методика вимірювань	Періодичність	Напрямок вітру, градуси	Небезпечна швидкість вітру, м/с	Розрахункова концентрація, мг/м³
1	272,5; 217,5	Пил неорганічний (двоокис кремнію 70-20%)	РД 52.04.186-89	1 раз на рік	102,64	0,75	0,225
1	272,5; 217,5	Пил цементний	РД 52.04.186-89	1 раз на рік	103,82	0,75	0,053
1	272,5; 217,5	Пил деревини	РД 52.04.186-89	1 раз на рік	141,56	0,75	0,0072
2	345,0; 87,5	Пил неорганічний (двоокис кремнію 70-20%)	РД 52.04.186-89	1 раз на рік	170,23	0,75	0,231
2	345,0; 87,5	Пил цементний	РД 52.04.186-89	1 раз на рік	166,57	0,75	0,064
2	345,0; 87,5	Пил деревини	РД 52.04.186-89	1 раз на рік	173,49	0,75	0,0065
3	280,0; - 80,0	Пил неорганічний (двоокис кремнію 70-20%)	РД 52.04.186-89	1 раз на рік	249,89	0,75	0,230
3	280,0; - 80,0	Пил цементний	РД 52.04.186-89	1 раз на рік	251,93	0,75	0,061
3	280,0; - 80,0	Пил деревини	РД 52.04.186-89	1 раз на рік	212,8	0,75	0,0077
4	-22,5; 12,5	Пил неорганічний (двоокис кремнію 70-20%)	РД 52.04.186-89	1 раз на рік	352,61	0,75	0,210
4	-22,5; 12,5	Пил цементний	РД 52.04.186-89	1 раз на рік	349,29	0,75	0,020
4	-22,5; 12,5	Пил деревини	РД 52.04.186-89	1 раз на рік	334,57	0,75	0,023
5	257,0; 67,5	Пил неорганічний (двоокис кремнію 70-20%)	РД 52.04.186-89	1 раз на рік	130,0	0,5	0,278
5	257,0; 67,5	Пил цементний	РД 52.04.186-89	1 раз на рік	130,0	0,5	0,170
5	257,0; 67,5	Пил деревини	РД 52.04.186-89	1 раз на рік	176,5	0,75	0,012

Регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферу представляє собою короткотермінове скорочення викидів в період несприятливих метеорологічних умов (в основному за наявності інверсій). Інформація щодо настання несприятливих метеоумов (НМУ) передається всіма службами системи Укргідромету. При поступленні повідомлення повинно бути забезпечено підприємством зниження концентрацій забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери по першому режиму на 15-20%, по другому - на 20-40%, по третьому - на 40-100%.

Для покращення контролю за викидами та охорони атмосферного повітря на ТзОВ «Металімпекс» доцільно впровадити комплекс заходів, спрямованих на підвищення ефективності моніторингу та зниження забруднення. По-перше, рекомендується збільшити частоту проведення контрольних вимірів у критичних точках, що дозволить своєчасно виявляти можливі перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин і оперативно реагувати на них. По-друге, впровадження автоматизованих систем безперервного контролю забруднюючих речовин у атмосферному повітрі забезпечить моніторинг у режимі реального часу, що значно покращить якість екологічного контролю та дозволить запобігати небезпечним ситуаціям.

Додатково слід оптимізувати технологічні процеси підприємства, вдосконалити експлуатацію обладнання та застосувати більш ефективні системи очищення викидів, що дасть змогу суттєво знизити рівень пилових та газоподібних забруднень. Важливо посилити заходи із запобігання неорганізованим викидам, особливо під час розвантажувально-завантажувальних робіт, впровадивши додаткові заходи зволоження і пилозахисту, особливо у періоди сухої погоди. Значну увагу слід приділити підвищенню кваліфікації персоналу, що відповідає за контроль викидів і експлуатацію обладнання, щоб забезпечити суворе дотримання технологічних регламентів та екологічних вимог.

Крім того, необхідно удосконалити систему планування заходів на випадок несприятливих метеорологічних умов, розробивши більш гнучкі сценарії скорочення викидів, які враховують специфіку діяльності підприємства та метеопрогнози. Важливо також підвищити прозорість діяльності через регулярне публікування звітів про стан атмосферного повітря, що сприятиме екологічній свідомості громадськості та покращить контроль з боку відповідних органів. Нарешті, інвестиції у сучасні технології очистки викидів дозволять суттєво знизити екологічний вплив підприємства та забезпечити довгострокову екологічну безпеку в регіоні. Застосування зазначених заходів сприятиме зменшенню негативного впливу виробничої діяльності ТзОВ «Металімпекс» на довкілля та поліпшенню якості атмосферного повітря у зоні впливу підприємства.

3.7 Заходи щодо мінімізації негативного впливу підприємства на стан атмосфери

Проведений аналіз викидів забруднюючих речовин від ТзОВ «Металімпекс» свідчить, що підприємство чинить помірний вплив на стан атмосферного повітря в місті Дрогобич. Розрахунки розсіювання пилу неорганічного, цементного та деревного показали, що максимальні концентрації шкідливих речовин у контрольних точках не перевищують гігієнічних нормативів, що підтверджує відповідність викидів існуючим екологічним стандартам.

Водночас, неорганізовані викиди пилу під час технологічних операцій, таких як розвантаження та зберігання сипучих матеріалів, можуть створювати локальні підвищення концентрацій забруднювачів, що вимагає посиленої уваги та контролю. З огляду на можливі несприятливі метеорологічні умови (інверсії температури, слабкі вітри), які можуть погіршувати розсіювання забруднюючих речовин, рекомендовано впровадження системи регулювання викидів залежно від метеоумов.

Для покращення екологічної ситуації в атмосфері та мінімізації шкідливого впливу виробничої діяльності пропонується впровадження комплексу технологічних і організаційних заходів, серед яких:

- ✓ Модернізація систем очищення повітря: використання вискоєфективних пиловловлювачів, таких як електрофільтри, тканинні фільтри (баки), циклонні сепаратори нового покоління, які забезпечують високий ступінь очищення викидів.
- ✓ Автоматизація моніторингу: встановлення автоматизованих систем контролю якості атмосферного повітря з можливістю онлайн-спостереження, що дозволяє оперативно реагувати на перевищення нормативів.
- ✓ Впровадження технологій зволоження і пилоутворення: застосування систем зрошення або спеціальних адсорбентів для зменшення запиленості на території зберігання сипучих матеріалів.
- ✓ Оптимізація технологічних процесів: автоматизація розвантажувальних робіт, впровадження замкнутих систем подачі матеріалів, що знижують неорганізовані викиди.
- ✓ Використання екологічно чистих технологій: перехід на більш екологічні матеріали, зниження використання пилових компонентів або заміна їх на альтернативні менш шкідливі.
- ✓ Енергоефективні технології: впровадження систем рекуперації тепла та очищення газів із зниженням споживання енергоресурсів і, відповідно, шкідливих викидів.
- ✓ Підвищення кваліфікації персоналу: регулярне навчання працівників щодо екологічних стандартів, правил безпеки та методів зменшення забруднення.
- ✓ Розробка планів дій на випадок несприятливих метеоумов з застосуванням гнучких технологічних режимів роботи, що дозволяють тимчасово скорочувати викиди без суттєвого зниження продуктивності.

Впровадження зазначених заходів сприятиме значному зменшенню негативного впливу на атмосферне повітря, підвищенню екологічної безпеки підприємства та покращенню якості життя мешканців міста Дрогобич. Такий комплексний підхід відповідає сучасним тенденціям сталого розвитку і соціальної відповідальності підприємств.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

4.1 Аналіз охорони праці на ТзОВ «Металімпекс»

Охорона праці на ТзОВ «Металімпекс» організована відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці» та інших нормативно-правових актів і є складовою системи управління виробничою діяльністю підприємства. Основною метою функціонування системи охорони праці є створення безпечних і нешкідливих умов праці, зниження рівня виробничого травматизму та попередження професійних захворювань.

На підприємстві створена та функціонує служба охорони праці, яка підпорядковується безпосередньо директору. Її діяльність регламентується затвердженим положенням та посадовими інструкціями. Інженерно-технічні працівники виконують свої обов'язки відповідно до чинних нормативних документів, а контроль за дотриманням вимог безпеки здійснюється на постійній основі. Розроблено та затверджено інструкції з охорони праці за професіями та видами робіт, а також комплексні заходи з охорони праці, що включають організаційні, технічні та профілактичні рішення.

На ТзОВ «Металімпекс» проводяться планові та позапланові перевірки стану охорони праці з оформленням відповідної документації. Зварювальні та інші роботи підвищеної небезпеки виконуються на підставі нарядів-допусків. Регулярно здійснюється контроль стану електробезпеки, зокрема перевірка захисного заземлення, ізоляції силових та освітлювальних електромереж, а також технічного стану електрообладнання.

До основних небезпечних і шкідливих виробничих факторів, притаманних діяльності підприємства, належать підвищені рівні шуму і вібрації, дія електричного струму, а також наявність неорганічного, цементного та деревного пилу. Вплив зазначених факторів може призводити до зниження працездатності, розвитку професійних захворювань і

травмування персоналу, у зв'язку з чим на підприємстві здійснюється постійний контроль параметрів виробничого середовища [10, 26].

Параметри мікроклімату робочої зони, зокрема температура, вологість і швидкість руху повітря, підтримуються на рівнях, що відповідають нормативним вимогам. Для нормалізації метеорологічних умов застосовується загальнообмінна та місцева вентиляція. Освітлення виробничих приміщень забезпечується системами штучного освітлення відповідно до норм, що створює безпечні умови для зорової роботи та зменшує ризик травматизму.

Працівники підприємства забезпечуються засобами індивідуального захисту згідно з установленими нормами та строками носіння. За необхідності, за погодженням із керівництвом, додатково надаються спецодяг, спецвзуття та інші засоби захисту. Для запобігання ураженню електричним струмом використовуються діелектричні засоби, для захисту органів зору – захисні окуляри, а для зменшення впливу пилу – респіратори та місцеві витяжні системи.

4.2 Заходи з покращення гігієни праці, техніки та пожежної безпеки

Забезпечення безпечних і здорових умов праці на ТзОВ «Металімпекс» досягається шляхом реалізації комплексу організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на мінімізацію впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів та попередження виробничого травматизму і професійних захворювань.

З метою покращення гігієни праці у виробничих і допоміжних приміщеннях підтримуються нормативні параметри мікроклімату відповідно до характеру та важкості виконуваних робіт. Оптимальні значення температури та відносної вологості повітря забезпечуються за рахунок функціонування загальнообмінної та місцевої вентиляції, що дозволяє

знижувати концентрації шкідливих речовин і пилу в повітрі робочої зони. Регулярно здійснюється контроль за станом повітряного середовища та ефективністю вентиляційних систем.

Зниження рівнів шуму та вібрації досягається шляхом технічного обслуговування обладнання, застосування віброізолюючих елементів, раціонального розміщення машин і механізмів, а також регламентації режимів праці та відпочинку. За необхідності працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту органів слуху.

Для підвищення рівня техніки безпеки на підприємстві впроваджено систему заходів з електробезпеки, що включає захисне заземлення електроустановок, періодичну перевірку ізоляції електричних мереж, застосування справного електроінструменту та використання діелектричних засобів захисту. Роботи підвищеної небезпеки виконуються виключно після проведення відповідних інструктажів та оформлення нарядів-допусків.

Особлива увага приділяється зменшенню негативного впливу виробничого пилу, який може спричиняти захворювання органів дихання, шкіри та зору, а також підвищувати пожежо- та вибухонебезпеку. Для цього застосовуються місцеві витяжні системи, регулярне прибирання виробничих приміщень, а у разі перевищення гранично допустимих концентрацій пилу — використання респіраторів, пилозахисних окулярів та спеціального одягу.

Пожежна безпека на ТзОВ «Металімпекс» забезпечується відповідно до чинних нормативних вимог. На підприємстві визначені категорії пожежної небезпеки будівель і клас зон, встановлені інформаційні таблички та розміщені первинні засоби пожежогасіння. Територія підприємства обладнана протипожежними пунктами з необхідним інвентарем, а всі виробничі приміщення укомплектовані вогнегасниками відповідних типів.

Відповідальність за пожежну безпеку покладається на керівника підприємства та призначених відповідальних осіб. Працівники проходять первинний, повторний та позаплановий протипожежний інструктаж, а також навчання з пожежно-технічного мінімуму. Розроблено план протипожежних

заходів, який передбачає порядок дій персоналу у разі виникнення пожежі, шляхи евакуації, схеми оповіщення та взаємодії з пожежно-рятувальними підрозділами.

Реалізація зазначених заходів сприяє зниженню рівня професійних ризиків, підвищенню культури безпеки праці та забезпеченню належного рівня гігієни праці, техніки і пожежної безпеки на підприємстві.

4.3 Захист населення у надзвичайних ситуаціях

Проблема захисту населення від надзвичайних ситуацій (НС) природного та техногенного характеру й надалі залишається надзвичайно актуальною в умовах зростання промислового навантаження, урбанізації та кліматичних змін. Забезпечення належного рівня безпеки населення є одним із пріоритетних завдань держави та органів місцевого самоврядування. Цивільний захист в Україні здійснюється відповідно до вимог чинного законодавства та передбачає реалізацію комплексу організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних і практичних заходів, спрямованих на запобігання НС, мінімізацію їх наслідків і збереження життя та здоров'я людей [6].

Органи місцевої влади спільно з керівництвом підприємств забезпечують постійну готовність сил і засобів цивільного захисту до дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій. З цією метою розробляються та регулярно коригуються плани реагування на можливі загрози, організовується система своєчасного оповіщення населення, а також передбачаються та відпрацьовуються евакуаційні заходи. На підприємстві створено штаб цивільного захисту, основним завданням якого є координація дій персоналу, оперативне прийняття управлінських рішень та взаємодія з аварійно-рятувальними службами у разі виникнення НС.

Важливе значення в системі цивільного захисту має підготовка та навчання працівників. Регулярне проведення інструктажів, тренувань і

навчань з питань поведінки в надзвичайних ситуаціях, користування засобами індивідуального захисту, а також надання першої домедичної допомоги сприяє підвищенню рівня готовності персоналу до дій в екстремальних умовах.

Загальний стан охорони праці та цивільного захисту на ТзОВ «Металімпекс» оцінюється як задовільний. Подальше вдосконалення системи безпеки, впровадження сучасних методів управління ризиками та оновлення матеріально-технічної бази сприятимуть зниженню ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій і мінімізації їх негативного впливу на працівників та населення.

ВИСНОВКИ

Товариство з обмеженою відповідальністю «Металімпекс» є джерелом забруднення атмосферного повітря міста Дрогобич. На промисловому майданчику підприємства функціонують основні виробничі цехи: столярний цех, де здійснюється розпилювання деревини, та цех бетонних виробів, що спеціалізується на виготовленні пінобетонних блоків і тротуарної плитки.

Основними джерелами утворення забруднюючих речовин на підприємстві є: змішувач для пінобетонної суміші, бетонозмішувач і віброустановка для бетонної суміші, насип піску, а також деревообробна машина ВСГ-2000, що використовується в столярному цеху.

Загальна структура джерел викидів на підприємстві включає одне організоване джерело — газоочисну установку «Циклон», яка очищує пилоповітряну суміш із робочої зони деревообробного верстату, та два неорганізованих джерела — бетонозмішувачі й насип піску, що спричиняють викиди пилу цементу та піску.

В атмосферне повітря викидаються три основні забруднювальні речовини: неорганічний пил із вмістом двоокису кремнію (20-70%), пил цементу та пил деревини.

Цех бетонних виробів є основним джерелом пилових викидів, де щорічно в атмосферу надходить близько 0,038 т неорганічного пилу та 0,077 т пилу цементного походження.

Загальний потенційний обсяг викидів пилу від підприємства становить приблизно 0,333 т на рік, із них пил деревини — 0,102 т, пил цементу — 0,155 т, та пил неорганічний — 0,076 т.

Виявлено, що обсяги викидів знаходяться у межах, дозволених чинним законодавством та гігієнічними нормативами.

Технологічне обладнання підприємства, зокрема пилозбірна установка «Циклон» моделі 13113 B05, має ефективність очищення

пилоповітряної суміші на рівні 89,7 %, що забезпечує значне зменшення пилових викидів.

Результати моделювання розсіювання забруднюючих речовин із урахуванням фоновго забруднення показали, що концентрації шкідливих речовин у контрольних точках не перевищують гранично допустимі концентрації.

Як нормативи гранично допустимих викидів для джерел ТзОВ «Металімпекс» пропонується залишити поточні значення, що відповідають існуючому стану і не перевищують гігієнічні нормативи: для суспендованих частинок — 150 мг/м³.

Загалом, підприємство чинить помірний вплив на стан атмосферного повітря в місті Дрогобич. Розрахунки розсіювання пилу неорганічного, цементного та деревного показали, що максимальні концентрації шкідливих речовин у контрольних точках не перевищують гігієнічних нормативів, що підтверджує відповідність викидів існуючим екологічним стандартам.

Для покращення екологічної ситуації в атмосфері та мінімізації шкідливого впливу виробничої діяльності пропонується впровадження комплексу технологічних і організаційних заходів, серед яких: впровадження додаткових високоефективних пиловловлюючих систем, зокрема модернізація існуючої газоочисної установки «Циклон» або встановлення тканинних фільтрів із кращою ефективністю збору дрібнодисперсного пилу, автоматизація моніторингу викидів з використанням сенсорних систем для оперативного контролю параметрів пилових та газових викидів із можливістю дистанційного доступу до даних, оптимізація технологічних процесів, зокрема впровадження закритих систем подачі і переміщення сипучих матеріалів, що дозволить мінімізувати неорганізовані пилові викиди під час розвантажувально-завантажувальних робіт, застосування систем зволоження для відкритих насипів піску, що сприяє зниженню пиління у суху пору року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алабовський О. М., Колесникова Н. Ю. Основи екології: Навч. посіб. для студ. спец.: «Промислова теплоенергетика». К.: КПІ, 1995. 76 с.
2. Авраменко С. Х., Гуляєв В. М., Волошин М. Д. Екологія міських систем та основних виробництв промисловості: навчальний посібник. Київ—Дніпродзержинськ : НМЦ ВО — ДДТУ, 2007. 483 с.
3. Апостолюк С. О., Джигирей В. С., Соколовський І. А., Сомар Г. В. Промислова екологія : навч. посіб. / [та ін.]. 2-е вид., вип. і доп. К. : Знання, 2012. 430 с.
4. Білявський Г. О., Кравець В. М. Вплив підприємств будівельної індустрії на атмосферне повітря. *Екологічна безпека та природокористування*. 2014. № 2. С. 45–50.
5. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.Ю. Основи екологічних знань. К.: Либідь, 2000. С. 14-53, 99-101.
6. 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 данні. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 267 с.
7. Бурлака В. Г. Системи аспірації та пилогазоочищення на промислових підприємствах. Харків : ХНУБА, 2014. 198 с.
8. Викиди забруднювальних речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. Міністерство палива та енергетики України, 2002. 45с.
9. Гранично допустимі концентрації (ГДК) хімічних речовин у повітрі робочої зони : ГН 2.2.5-1313-03. Київ : МОЗ України, 2003. ГКД 34.02.305-2002.
10. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник . Нац. гірн. ун-т. 2-ге вид. Донецьк: НГУ, 2014. 271 с.

11. Данилюк М. М., Дмитришин М.В. Зелене будівництво у досягненні сталого регіональному розвитку. *Актуальні проблеми регіонального економічного розвитку*. 2020. Т. 1. №. 16. С. 153-162.
12. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічної речовинами). Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 7 липня 1997р. №201.
13. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць : ДСП 201-97. Київ : МОЗ України, 1997.
14. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затверджені наказом МОЗ України від 19.06.1996 № 173.
15. Довгань О. Д. Пилові викиди підприємств з виробництва цементу та бетону і методи їх зниження. *Вісник Київського національного університету будівництва і архітектури*. 2018. № 46. С. 118–124.
16. Екологія в архітектурі і містобудуванні : навч. посібник / С. П. Цигичко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Харків : ХНАМГ, 2012. 146 с.
17. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підручник. Київ, 2004. 382с.
18. Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві. КНД 211.02.3.014-95.
19. Корнієнко В. О., Кіпніс Л. С. Промислова екологія : навч. посіб. Київ : Вища школа, 2008. 256 с.
20. Кузьмінський Є. В. Методи очищення газопилових викидів промислових підприємств : монографія. Київ, 2012. 214 с.
21. Мальований М. С., Шмандій В. М. Екологічна безпека : навч. посіб. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2009. 312 с.
22. 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>

23. Методика розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану та визначення розмірів завданої шкоди. Електронний ресурс http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=94374
24. Орловський Є.С. Теоретичні засади та сучасні тенденції становлення екологічного будівництва як чинника сталого розвитку. *Економічний простір*. 2018. №. 140. С. 182-203.
25. Охорона атмосферного повітря, розрахунок вмісту шкідливих речовин та їх розподіл в повітрі. Київ: НФ Тищенко. 1991. 76 с.
26. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник/ Жидецький В.С., Джигирей В.С., Сторожук В.М. та інші. Львів, 2000. 352с.
27. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від процесів електро-, газозварювання, наплавлювання. електро- газорізання та напилювання металів. К.: Інститут гігієни та медичної екології ім.. Марзеєва АМН України. 2003. 34 с.
28. Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел. МОНПСУ Наказ № 309 від 27.06.2006 року.
29. 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.
30. Сучасні екологічно чисті технології: Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня доктора філософії спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.М. Павленко, В.Ю. Тобілко, А.І. Бондарева. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 78 с.

31. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища. Навч. посіб. для студ. вузів. Л.: «Новий Світ», 2004. 256с.
32. Шевченко О. В. Екологічні аспекти виробництва бетону. *Будівельні матеріали та вироби*. 2016. № 4. С. 22–27.
33. Шмандій В. М., Клименко М. О. Оцінка впливу промислових викидів на стан атмосферного повітря. *Екологічна безпека*. 2013. № 1. С. 25–30.
34. Чала В.С., Орловська Ю.В., Глущенко А.В. Європейські практики інвестування зеленого будівництва: Підручник Д.: ПДАБА. 2023. 148 с
35. http://www.estarss.ru/page_pid_11_lang_1.aspx/provedennii-konomikoekologicheskii-analiz-organizacii7
36. <http://green-city.su/chto-takoe-ekologicheskoe-stroitelstvo/>
37. <https://drohobych-rada.gov.ua/wp-content/uploads/2023/12/zvit-pro-ekologichnu-oczinku.pdf>