МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет лісового господарства та екології
Кафедра екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Шаламай Ілана Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача вищої освіти)

УДК 504.064.3

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Організація екологічного моніторингу атмосферного повітря підприємства «Обербетон-Інвест» м. Житомир
(тема роботи)

101 «Екологія»
(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Дунаєвська Оксана Феліксівна
(прізвище, ім'я, по батькові)
Д. біол. наук, професор
(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир 2026

Висновок кафедри _____

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____

№ __ від «___» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____

_____ _____ _____

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

«___» _____ 20__ р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти _____ захистив (ла)

(прізвище ,ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

_____ _____ _____

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

АНОТАЦІЯ

Шаламай. І.О. Організація екологічного моніторингу атмосферного повітря підприємства ТОВ «Обербетон-Інвест» м. Житомир — Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 101 – Екологія. – Поліський національний університет, Житомир, 2026 р.

У даній кваліфікаційній роботі було розглянуто екологічну характеристику м. Житомир і території підприємства ТОВ “Обербетон-Інвест”. Проведено аналіз літературних джерел з розробки програми екологічного моніторингу атмосферного повітря під впливом стаціонарних джерел забруднення і нормативно-правової бази охорони атмосферного повітря згідно із законодавством України. Проаналізовано поточний стан атмосферного повітря підприємства, що визначає собою виявлення джерел потенційного забруднення та їх характеристику. Визначено найсуттєвіші викиди шкідливих речовин та їх обсяг згідно з документом дозволу на викиди. Здійснено районування території та ідентифіковано стаціонарні джерела забруднення атмосферного повітря, згідно з якими визначено точки відбору проб, частоту вимірювань і перелік пріоритетних параметрів, що підлягають моніторингу. Заключним етапом моніторингу стало моделювання і прогнозування обсягів викидів CO і NO_2, де було підтверджено реалізовані заходи енергоефективності підприємства. Були надані науково обґрунтовані рекомендації для екологізації підприємства.

Ключові слова: екологічний моніторинг, атмосферне повітря, обсяги викидів, стаціонарні джерела, екологічна безпека.

ABSTRACT

Shalamai I.O. Organization of Environmental Monitoring of Ambient Air at Oberbeton-Invest LLC, Zhytomyr — Manuscript qualification work.

Qualification work for the degree of Bachelor of Science in the specialty 101 – Ecology. – Polissia National University, Zhytomyr, 2026.

This thesis examines the environmental characteristics of Zhytomyr and the territory of the enterprise «Oberbeton-Invest» LLC. An analysis was conducted of the literature on developing an environmental monitoring program for ambient air affected by stationary sources of pollution, as well as the legislative and regulatory framework for ambient air protection in accordance with Ukrainian law. The current state of the atmosphere at the enterprise was analyzed, which included the identification of potential pollution sources and their characteristics. The most significant emissions of substances and their volumes were determined in accordance with the Emission Permit. The area was zoned, and stationary sources of air pollution were identified, based on which, sampling points, measurement frequencies, and a list of priority parameters to be monitored were determined. The final stage of monitoring involved modeling and forecasting CO and NO_2 emissions, which confirmed the effectiveness of the energy-efficiency measures implemented by the company. Scientifically grounded recommendations were provided for the enterprise's environmental improvement.

Keywords: environmental monitoring, ambient air, emission volumes, stationary sources, environmental safety.

ЗМІСТ

ВСТУП _____ **6**

РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ _____ **9**

1.1. Фізико-географічні, геологічні та метеорологічні характеристики Житомирської області і міста Житомир. _____ **9**

1.2. Характеристика атмосферного повітря м. Житомир. _____ **11**

1.3. Законодавчо-правова база охорони атмосферного повітря в Україні. Значення та опис санітарно-захисної зони підприємства. _____ **13**

РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ. _____ **18**

2.1. Програма проведення дослідження. _____ **18**

2.2. Визначення вимірювальних показників моніторингу. _____ **19**

2.3. Методи і засоби вимірювань відбору проб повітря. _____ **20**

РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТОВ «ОБЕРБЕТОН-ІНВЕСТ» _____ **25**

3.1. Аналіз діяльності підприємства та основних виробничих процесів. _ **25**

3.2. Ідентифікація стаціонарних джерел забруднення та оцінка обсягів викидів у атмосферу. _____ **31**

3.3. Опис санітарно-захисної зони підприємств _____ **34**

3.4. Визначення точок і періодичності спостережень. _____ **36**

3.5. Аналіз результатів вимірювань CO і NO2. _____ **40**

3.6. Виконання статистичної оцінки і прогнозування викидів CO і NO2 в атмосферу. _____ **42**

Висновки _____ **44**

Список використаних літературних джерел _____ **46**

ВСТУП

Актуальність теми дослідження.

Екологічний моніторинг вирішує питання щодо обліку інформації про стан атмосферного повітря підприємства у зв'язку з його впливом на стан навколишнього природного середовища. Отримані дані в ході аналізу існуючих вимірювань забруднюючих речовин дозволяють створити математичні моделі, які визначають динаміку і прогнозують викиди. ТОВ «Обербетон-Інвест» є важливим підприємством у будівельному секторі країни. Воно має вплив на атмосферне повітря, тому важливо здійснювати загальнодержавну програму моніторингу довкілля, а саме атмосферного повітря згідно з Постановою КМУ про «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» [18]. Для досягнення підвищення екологічної небезпеки важливо не тільки впровадити виробничий моніторинг атмосферного повітря, а й вживати заходів щодо зменшення негативного впливу промислового об'єкта, що були описані у кінцевому результаті даного дослідження [43].

Мета і завдання дослідження.

Розробка екологічного моніторингу атмосферного повітря для підприємства, який забезпечить дотримання екологічних норм і стандартів при практичній реалізації. Відповідно, завдання включали:

1) Оцінка обсягів найсуттєвіших викидів і згідно з цим вибір вимірювальних показників.
2) Аналіз нормативно-правової бази охорони атмосферного повітря під впливом стаціонарних джерел забруднення.
3) Вибір методів, частоти і засобів вимірювань для відбору проб.
4) Побудова регресійних математичних моделей на базі відомих концентрацій забруднюючих речовин (CO, NO_2) та їх прогнозування.

Об'єкт дослідження: ТОВ «ОБЕРБЕТОН-ІНВЕСТ».

Предмет дослідження: викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення підприємства, яке спеціалізується на виготовленні залізобетонних конструкцій.

Методи дослідження:

- моделювання - створення моделей місцевості обраної ділянки за допомогою програми ArcGIS Pro компанії ESRI.
- графічний - представлення результатів дослідження шляхом їх ілюстрації.
- картографічний - робота з картою для визначення характеристик досліджуваного середовища.
- описовий - характеристика технологічних процесів та основних джерел викидів забруднювачів у атмосферу.
- аналіз і синтез - вивчення та інтеграція різноскладних даних для створення спеціальної програми моніторингу для визначеного об’єкта.
- розрахунки і вимірювання - обробка числових показників характеристик території і викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел виробництва за допомогою програми Microsoft Excel.
- систематизація - узагальнення кінцевих даних для відображення шуканих відомостей про об’єкт.

Апробація результатів досліджень:

1. Шаламай І.О. Розробка програми екологічного моніторингу атмосферного повітря на прикладі підприємства «Обербетон-Інвест». Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої І-му туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт 5 грудня 2024 р. м. Житомир, 2024. С.47.
2. Шаламай І.О. Дослідження енергоефективності підприємства «Обербетон-Інвест». Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «ЛІСІВНИЧА ОСВІТА І НАУКА: СТАН, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ» , с. Гамарня, 2026. С. 629.

Наукова новизна одержаних результатів. Здійснено аналіз законодавчих і методичних баз для створення актуальної системи моніторингу атмосферного повітря, яка дозволила провести моделювання і прогнозування обсягів викидів забруднюючих речовин.

Практичне значення отриманих результатів. Надані науково обґрунтовані рекомендації щодо покращення стану атмосферного середовища, на яке здійснює свій вплив підприємство.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел. У першому розділі розглянуто екологічну характеристику досліджуваної території та обсяги викидів забруднюючих речовин стаціонарних джерел забруднення Житомирської області і міста Житомир. У другому розділі описано програму, методи і умови проведення дослідження. У третьому розділі наведено результати організації екологічного моніторингу атмосферного повітря підприємства, статистична оцінка і прогнозування викидів забруднюючих речовин методом моделювання. Робота містить таблиці, рисунки, діаграми і графіки, які відображають отримані результати дослідження.

РОЗДІЛ 1
ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ

1.1. Фізико-географічні, геологічні та метеорологічні характеристики Житомирської області і міста Житомир.

Житомирська область займає площу 29,83 тис.км², що становить близько 5% території країни. Область розташована в північно-західній частині. Місто Житомир розташоване у Житомирській області в межах природно-кліматичної перехідної зони Полісся і Лісостепу (рис.1). Рельєф, ґрунтоутворюючі породи, рослинний покрив і тваринний світ мають ознаки як лісостепової, так і поліської зон [1].



Рис.1. Карта районування території України із вказанням зон досліджуваного міста [2].

Клімат: Помірно континентальний клімат, який відзначається: холодною і сніжною зимою, прохолодною і тривалою весною, жарким і вологим літом, помірною кількістю опадів восени. Річна кількість опадів — близько 600 мм. Відповідно, найтепліший місяць — липень із середньою температурою 18 °C, а найхолодніший місяць — січень із середньою температурою −4 °C [1].

Згідно з багаторічними даними моніторингу на метеорологічних станціях Житомира, панівними напрямками вітру є північно-східний і східний (напрямок вітру у режимі реального часу можна переглянути на онлайн-платформі SaveEcoBot) [3].

Рельєф: Місто розташоване на Східноєвропейській рівнині, яка простягається на півночі України. Це виражається тим, що на даній території

абсолютна більшість ландшафтів — низовинна. Перепад висот у межах міста може досягати близько 85 м. [4].

Геологічна будова і ґрунти: Оскільки територія міста повністю знаходиться на Українському кристалічному щиті, це обумовлює зазначений вище рівнинний рельєф місцевості. Материнські породи залягають переважно на льодовикових та водно-льодовикових відкладах. Через це серед ґрунтів переважають такі види, як дерново-підзолисті, чорноземи та сірі лісові ґрунти [5].

За допомогою програми геоінформаційних технологій ArcGIS Pro вдалося встановити тип ґрунтів Житомирської області і міста Житомира. Це стало можливим завдяки геоприв'язуванню растрового шару видів ґрунтів до координат території Житомирської області (рис. 2, 3).

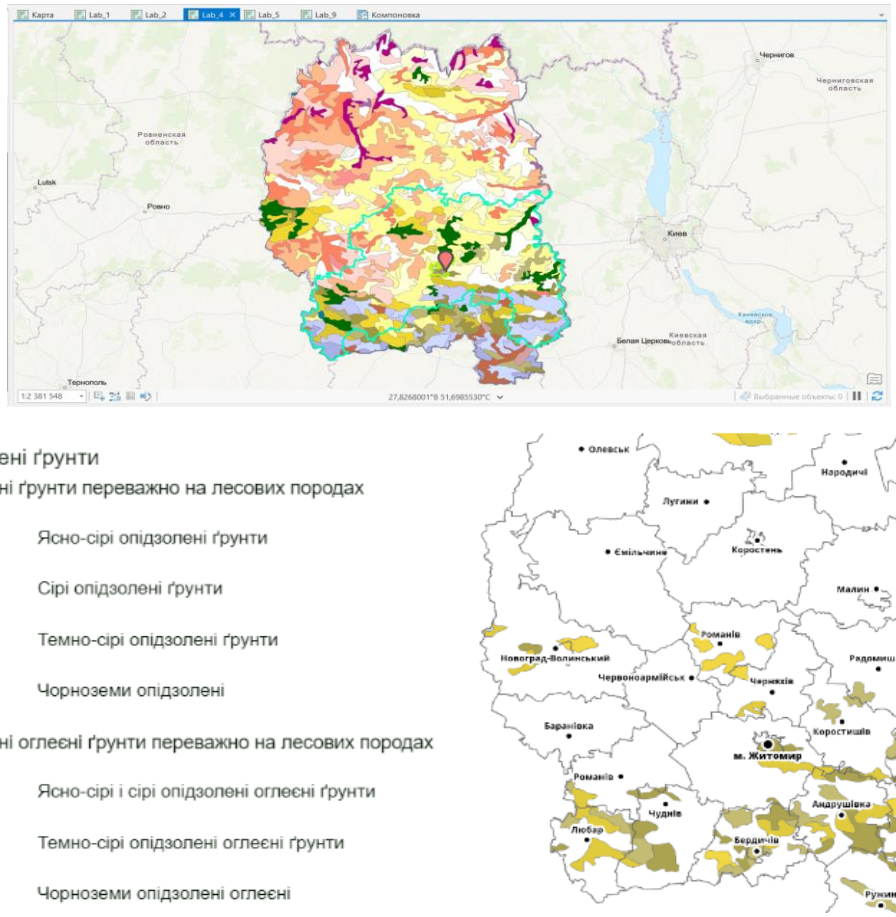


Рис. 2, 3. Результати застосування геоінформаційної платформи ArcGIS Pro у визначенні типів ґрунтів Житомирської області, м. Житомир.

Водні об'єкти: територією області протікає 2849 річок загальною довжиною близько 13,7 тис.км. [1] Топографічні карти демонструють, що

річкова мережа Житомира має деревоподібний характер з чітко вираженою долиною Тетерева (довжина складає 365 км), головної річки, та системою менших долин приток [4]. Через місто протікає 5 (основних) річок: Тетерів, Кам'янка, Лісова, Крошенка, Довжик (рис. 4).

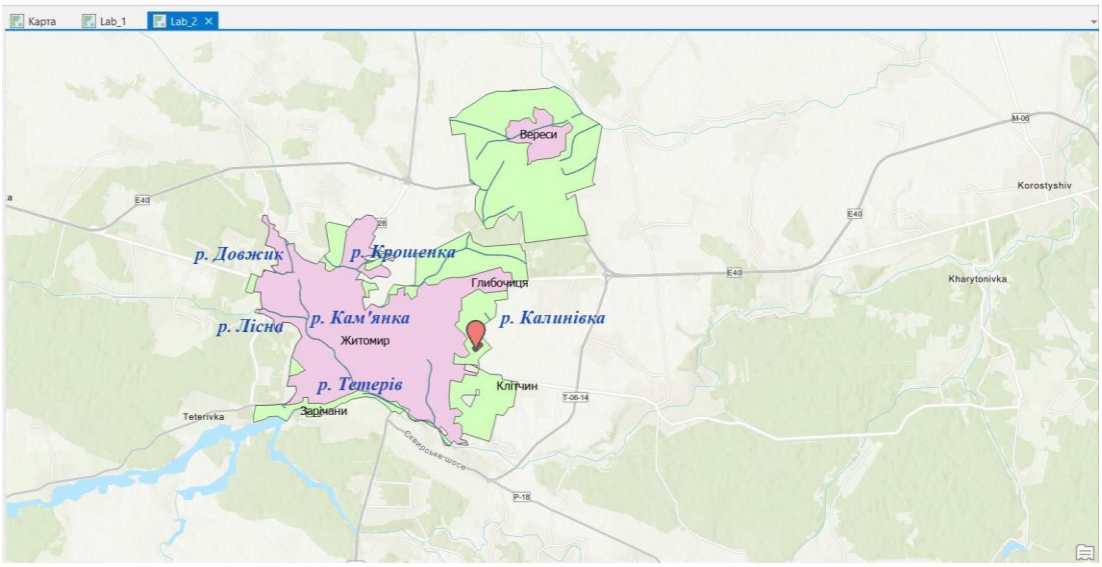


Рис. 4. Результат виділення Житомирської територіальної громади, річок і населеного пункту, в зоні яких розташовано підприємство.

Житомир відноситься до зони Житомирського Полісся. За списком наземних екорегіонів (WWF) і геоботанічним районуванням України цей регіон є Поліською підпровінцією хвойно-широколистяних лісів і частиною Східноєвропейської провінції Середньоєвропейських мішаних лісів [6]. Найбільшу площу займають соснові, грабові , вільхові і дубові ліси, заплавні луки та низинні (евтрофні) болота [4]. Внаслідок урбанізації природна залісненість збереглася на незначній території, оскільки область характеризується розораністю до 50 % на сході і в центрі.

1.2. Характеристика атмосферного повітря м. Житомир.

Згідно з даними 2024 року, війна в Україні призвела до збільшення обсягів викидів в атмосферне повітря через наслідки бойових дій, серед яких руйнування інфраструктури і пожежі. З початку повномасштабного вторгнення Росії зафіксовано понад 5 тис. екологічних злочинів. В результаті збитки перевищують 2,5 трильйони гривень.

Проаналізувавши і порівнявши загальний обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами, прослідковується збільшення обсягів викидів на 12,94% у 2024 р. у порівнянні з 2023 р. [1]. Рівень забруднення міста за рік за індексом забруднення атмосфери (ІЗА). Ступінь забруднення за 5 пріоритетними забруднювачами характеризувався як низький.

Протягом 2019–2024 років спостерігалося перевищення концентрації NO_2 у 2,0–2,5 рази, що підтверджено вимірюваннями Житомирського обласного центру з гідрометеорології (рис. 5).



Рис. 5. Засоби моніторингу стану атмосферного повітря Житомирської територіальної громади.

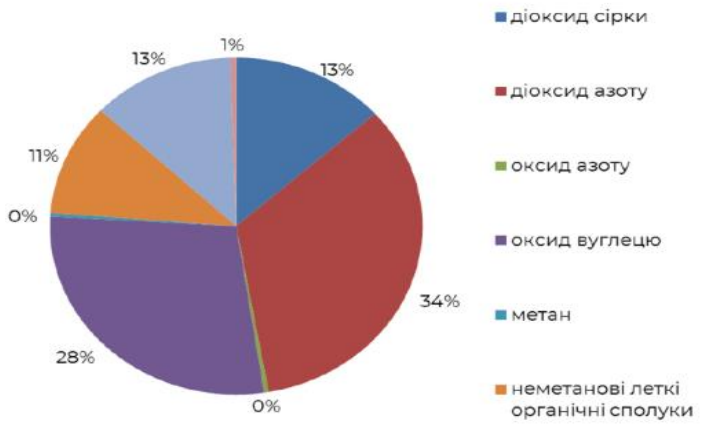


Рис. 6. Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел у 2023 році м. Житомир.

Можна зробити висновок, що найбільшу частку серед речовин-забруднювачів займають сполуки азоту (NO_2, NO), оксид вуглецю (CO), сполуки сірки (SO_2, H_2S), тверді суспендовані частинки, метан (CH_4) та неметанові леткі органічні сполуки (NMVOC) (рис. 6). Моніторинг викидів від стаціонарних джерел проводиться на базі статистичних звітних даних, які щорічно подають підприємства (табл. 1).

Головні підприємства-забруднювачі зосереджені переважно у північно-східному промислово-комунальному районі міста. 4 найбільші підприємства громади здійснюють близько 67 % викидів: КП «Житомиртеплокомуненерго», ТОВ «Житомирський щебеневий завод», ТОВ «ОБІО», ТОВ «Житомирський картонний комбінат» [7, 8].

Показники	2022 рік	2023 рік	2024 рік
1	2	3	4
Загальна кількість (одиниць) дозволів на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, виданих у поточному році суб'єкту господарювання, об'єкт якого належить до:	261	287	279
другої групи	47	75	61
третьої групи	214	209	219
Викиди забруднюючих речовин та парникових газів від стаціонарних джерел, тис. т	9,7	7,4	8,5
Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел у розрахунку на км^2, т	0,325	0,248	0,284

Табл.1. Динаміка обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами у Житомирській області [1].

1.3. Законодавчо-правова база охорони атмосферного повітря в Україні. Значення та опис санітарно-захисної зони підприємства.

Правова основа користування та охорони атмосферного повітря починається з Конституції України, де у статті 13 зазначається право на власність і користування українського народу природними ресурсами в межах території України. Державній охороні і регулюванню підлягають навколишнє природне середовище і його елементи, серед яких атмосферне повітря [9], згідно зі статтею 5 Закону України "Про охорону навколишнього середовища", що є визначальним для всієї галузі екологічного права [10].

На етапі проектування, перед початком планової діяльності, підприємству необхідно отримати висновок з оцінки впливу на довкілля. У статті 3 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» у частині 2 і 3 визначені конкретні види діяльності, які належать до 1 і 2 категорії видів планованої діяльності та об’єктів, які можуть мати значний вплив на довкілля і підлягають оцінці впливу на довкілля. [11]. Якщо планова діяльність або об’єкт не підпадає під проходження процедури з оцінки впливу на довкілля, висновок з ОВД не потрібен.

В галузі охорони і використання атмосферного повітря організаційно-правові та екологічні вимоги визначені Законом України "Про охорону атмосферного повітря" від 16.10.1992 року. Згідно зі статтею 10 Закону України “Про охорону атмосферного повітря”, серед обов’язків суб’єктів господарювання щодо охорони атмосферного повітря є:

здійснювати організаційно-господарські, технічні та інші заходи щодо забезпечення виконання вимог, передбачених нормативами екологічної безпеки у галузі охорони атмосферного повітря, дозволами на викиди забруднюючих речовин тощо.

вживати заходів щодо зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин і зменшення впливу фізичних факторів.

забезпечувати безперебійну ефективну роботу і підтримання у справному стані споруд, устаткування та апаратури для очищення викидів і зменшення рівнів впливу фізичних та біологічних факторів.

здійснювати контроль за обсягом і складом забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря організованими та неорганізованими стаціонарними джерелами викидів, і рівнями фізичного впливу та вести їх постійний облік [12].

Підприємства, що здійснюють викиди забруднюючих речовин стаціонарними джерелами поділяються на 3 групи:

До об’єктів *першої групи* належать такі підприємства, які перебувають на державному обліку і мають технологічне устаткування, для якого повинні впроваджуватися найкращі доступні технологічні рішення.

До об’єктів *другої групи* належать такі підприємства, які перебувають на державному обліку і не мають технологічного устаткування, для якого повинні впроваджуватися найкращі доступні технологічні рішення.

До об’єктів *третьої групи* належать такі підприємства, які не перебувають на державному обліку і не мають технологічного устаткування, для якого повинні впроваджуватися найкращі доступні технологічні рішення [12].

Критерії взяття на державний облік визначаються Наказом Міністерства екології та природних ресурсів (наразі Міністерство економіки, довкілля і сільського господарства України) №177. Дана інструкція закріплює види та обсяги викидів певних забруднюючих речовин, які викидаються стаціонарними джерелами забруднення в атмосферне повітря. Наданий детальний перелік порогових значень викидів (т/рік), перевищуючи які, підприємство зобов’язане стати на державний облік [13].

Відповідно статті 11 Закону України “Про охорону атмосферного повітря”, викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами можуть здійснюватися тільки після отримання дозволу на викиди, виданого суб’єкту господарювання, об’єкт якого належить до першої, другої або третьої групи. Строк дії дозволу для 1-ої групи становить 7 років, для 2-ої 10 років, а для 3-ої необмежений [12]. Дозволи видаються за виконання таких умов:

неперевищення протягом строку їх дії встановлених нормативів екологічної безпеки.

неперевищення нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин стаціонарних джерел.

дотримання вимог до технологічних процесів у частині обмеження викидів забруднюючих речовин.

Згідно статі 24 Закону «Про охорону атмосферного повітря», санітарно-захисні зони встановлюються для забезпечення оптимальних умов

життєдіяльності людини в селітебних районах [12]. Санітарно-захисна зона - це спеціально організована територія, яка створюється для відокремлення від джерела шкідливого впливу до житлової забудови або ділянок, прирівнених до такої зони.

Наказ №137 «Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів» встановлює правила встановлення, регламентації розмірів СЗЗ в залежності від виду галузевої діяльності підприємства, потужності виробництва і його впливу на навколишнє природне середовище. Згідно з класифікацією щодо розмірів санітарно-захисних зон, підприємства поділяються на 5 класів [14, 15]:

- 1 клас – виробництва, для яких необхідний розмір СЗЗ складає 1000 м.
- 2 клас – виробництва, для яких необхідний розмір СЗЗ складає 500 м.
- 3 клас – виробництва, для яких необхідний розмір СЗЗ складає 300 м.
- 4 клас – виробництва, для яких необхідний розмір СЗЗ складає 100 м.
- 5 клас – виробництва, для яких необхідний розмір СЗЗ складає 50 м.

Виняток: виробництво поприну (білково-вітамінний концентрат) встановлюється санітарно-захисна зона у розмірі 3000 м і для кар'єрів видобутку залізних руд відкритим способом - 1500 м.

Територія санітарно-захисної зони має бути розпланованою та упорядкованою. Мінімальна площа озеленення санітарно-захисної зони, залежно від її ширини, має сягати: до 300 м — 60%, від 300 до 1 000 м — 50%, понад 1 000 м — 40% [14].

Не виключена можливість коригування розмірів СЗЗ (збільшення або зменшення), яка затверджується Держпродспоживслужбою за результатами виконання державної санітарно-епідеміологічної експертизи.

Підприємство потребує збільшення своєї СЗЗ у таких випадках:

1. Відсутнє очищення викидів стаціонарних джерел.
2. Неможливо зменшити викиди до рівня встановлених державних нормативів.

3. Наявна сельбищна зона (або зона, яка прирівнюється як до такої) з підвітряної сторони об’єкта шкідливого впливу.

Право на зменшення розмірів СЗЗ надається в результаті розрахунків і лабораторних вимірювань, де не було встановлено перевищень гігієнічних нормативів концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на межі житлової зони у зоні впливу підприємства [13, 14].

Також є нововведення у екологічному регулюванні промислової діяльності великих підприємств – інтегрований довкіллєвий дозвіл (ІДД), який набрав чинності 8 серпня 2025 року [16]. Суть полягає у комплексному підході до контролю за впливом індустріальних підприємств на довкілля. Документ об’єднує відразу декілька дозволів (на викиди в атмосферне повітря, спеціальне водокористування, поводження з відходами). Даний закон сприяє інтеграції із законодавством ЄС, оскільки відповідає Директиві 2010/75/ЄС (Directive 2010/75/EU, integrated pollution prevention and control) [17].

Висновки до розділу 1

1. Визначено, що територія на якій розміщено підприємство ТОВ «Обербетон-Інвест» належить до природно-кліматичної перехідної зони Полісся і Лісостепу.
2. Розглянуто динаміку обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами у Житомирській області, яка свідчить про збільшення обсягів викидів на 12,94% у 2024 р. у порівнянні з 2023 р.
3. Згідно із законодавством України у сфері охорони атмосферного повітря, підприємство ТОВ «Обербетон-Інвест» відноситься до об’єктів третьої групи за обсягами викидів стаціонарних джерел забруднення. Нормативний розмір санітарно-захисної зони становить 100 м.

РОЗДІЛ 2
ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.

2.1. Програма проведення дослідження.

Дослідження на тему організації екологічного моніторингу атмосферного повітря підприємства проводилося протягом 2025–2026 років. Програма дослідження включала такі пункти:

- → Аналіз інформації і обґрунтування напрямку і цілей дослідження з обраної теми роботи.
- → Вивчення основних засад моніторингу атмосферного повітря.
- → Вивчення законодавчо-правової бази охорони атмосферного повітря в Україні.
- → Ознайомлення з діяльністю ТОВ «Обербетон-Інвест» у відкритих джерелах.
- → Розроблення календарного плану досліджень.
- → Проведення обстеження підприємства у ході проходження переддипломної практики.
- → Опис основних технологічних процесів виготовлення залізобетонних виробів.
- → Визначення впливу ТОВ «Обербетон-Інвест» на стан атмосферного повітря.
- → Ознайомлення із дозволом на викиди ТОВ «Обербетон-Інвест».
- → Аналіз наявних вимірювань стану атмосферного повітря ТОВ «Обербетон-Інвест» і виконання моделювання на основі цих даних.
- → Написання наукових праць за результатами вивчення діяльності ТОВ «Обербетон-Інвест».
- → Оформлення списку використаних літературних джерел.
- → Написання кваліфікаційної роботи освітнього ступеня бакалавра.
- → Створення презентації про основні наукові здобутки даної роботи.
- → Підготовчий процес до захисту кваліфікаційної роботи.

2.2. Визначення вимірювальних показників моніторингу.

Постановою Кабінету Міністрів України №827 “Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря” упорядковуються роботи під час проведення моніторингу атмосферного повітря [18]. Основний перелік забруднюючих речовин, щодо яких проводиться оцінювання, визначення їх рівнів (граничні величини) згідно з якими здійснюється оцінка якості атмосферного повітря, визначається згідно з даною постановою і Наказом Міністерства економіки, довкілля і сільського господарства України №286 [19]. Суб’єкти моніторингу атмосферного повітря здійснюють спостереження за рівнями забруднювальних речовин зі списку А.

Перелік забруднюючих речовин, що підлягають контролю, переглядається у разі зміни даних інвентаризації промислових викидів, появи нових джерел викидів або реконструкції підприємства.

Проаналізувавши величини викидів з усіх джерел забруднення промислового підприємства з виготовлення залізобетонних конструкцій ТОВ «Обербетон-Інвест» [20], можна вивести перелік видів забруднюючих речовин, які надходять до повітряного басейну від досліджуваного виробництва (табл. 2). Це і будуть показники моніторингу, які будуть визначатися на постах спостереження.

№п/п	Перелік забруднюючих речовин згідно Списку А і основних загальнопоширених забруднюючих речовин
1.	Діоксид азоту (NO_2)
2.	Діоксид сірки (SO_2)
3.	Оксид вуглецю (CO)
4.	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, недиференційованих за складом (TSP)

Табл. 2. Перелік забруднюючих речовин стаціонарних джерел забруднення підприємства з виготовлення залізобетонних конструкцій.

2.3. Методи і засоби вимірювань відбору проб повітря.

Перед початком роботи встановлюється, який вид проб повітря буде відбиратись – точкова (проста) чи об'єднана (усереднена) проба [21]. Для екологічного моніторингу атмосферного повітря ТОВ «Обербетон-Інвест» обрано об'єднаний тип проби. Точкова проба – це проба відібрана протягом часу, меншого за 20 хв. Об'єднана проба – це проба, яка характеризує концентрацію забруднюючої речовини за 20 хв. по всьому вимірювальному перерізу газоходу.

Згідно з ДСТУ 8812:2018 Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел забруднення. Настанови з відбирання проб., об'єднана проба характеризує середнє арифметичне значення результатів замірів концентрації певної забруднюючої речовини із серії точкових проб. Аналіз точкової проби інформує про склад атмосферного повітря в даний момент і одному місці. Об'єднану пробу отримують з простих проб, взятих через певні проміжки часу або відібрані в різних точках джерела викиду [22].

Метод базується на використанні спеціалізованих засобів вимірювальної техніки, які вимірюють параметри газопилового потоку і вміст забруднюючих речовин на джерелах викидів забруднюючих речовин. Вимірювання проводять у випадку інвентаризації викидів, щорічного контролю обсягів викидів відповідно до дозволу, у разі ведення журналів інструментального контролю, при розробці паспортів ГОУ, при контролі відповідності нормативам. Моніторинг обсягів забруднюючих речовин на джерелах викиду є обов'язковою умовою для забезпечення дотримання нормативів викидів в атмосферне повітря [23, 24].

При здійсненні виробничого контролю за дотриманням нормативів викидів можуть застосовуватись автоматизований або неавтоматизований («ручний»), методи відбору проб повітря. Перший метод виконується завдяки складно сконструйованими вимірювальними приладами, які здійснюють не тільки збір, а й обробку і передачу отриманої інформації про показники забруднення повітря в режимі реального часу. У другому методі використовуються портативні найпростіші засоби експресного контролю (такі як газоаналізатори) [25]. Аналіз газів, що проходять через газопроводи чи труби, здійснюється за допомогою

спеціальних аспіраційних засобів, принцип роботи яких полягає у пропусканні повітря через сорбент для накопичення забруднюючої речовини та її аналізу [26]. Це відбувається в режимі реального часу і на місці відбору проб повітря. Даний метод доцільний для моніторингу, оскільки застосовується для контролю викидів забруднюючих речовин стаціонарних джерел підприємства в атмосферу (табл. 3). Переваги:

- Проста пробопідготовка.
- Експресність, малогабаритність (портативність), автономне електроживлення та помірна вартість вимірювальних засобів [27].

Згідно даних специфічних вимог до інструментів вимірювання характеристик атмосферного повітря під впливом підприємства, розглянуті наступні прилади:

Назва приладу	Вимірювальні показники	Опис
ОКСИ-5М-5Н (Україна).	O_2, CO, NO, NO_2, SO_2	Сфера застосування: контроль вмісту забруднюючих газів у викидах промислових підприємств. Проба газу, що досліджується, через пористу мембрану надходить на електрохімічні вимірювальні перетворювачі газоаналізатора. Первинні перетворювачі формують електричні сигнали, які пропорційні змісту компонента, що визначається. Електричні сигнали надходять на мікроконтролер, який перетворює ці сигнали в цифрову форму, вносить в результати вимірювань необхідні правки (табл. 4) й виводить виміряні значення на табло

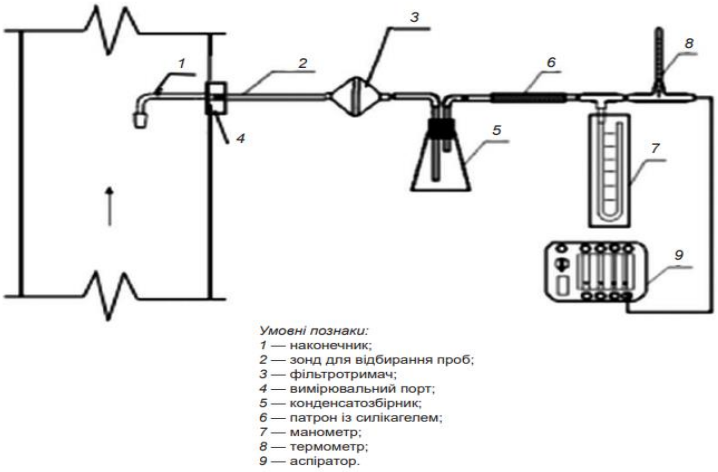
		газоаналізатора. Збереження до 250 вимірювань [28].
Ваги лабораторні загального призначення 2 класу з найбільшою границею зважування 200 г. Комплект відбору проб викидів КВП-01. Фільтри АФА-ВП-10	Суспендовані тверді частинки недиференційовані за складом	Гравіметричний метод вимірювання маси пилу. Можливий лише лабораторними вагами високої точності. Метод відбору проб - зовнішня фільтрація. Зонд для відбирання проб типу ТП (довжиною на 200-300 мм більше за діаметр вимірювального газоходу) з наконечниками, фільтротримач закритий, сітка опірна (рис. 7).

Табл. 3. Рекомендовані вимірювальні прилади для відбору проб атмосферного повітря в межах промислового об’єкта.

У процесі відбору проб повинні застосовуватися засоби вимірювальної техніки, які, згідно з умовами ДСТУ 2708, своєчасно пройшли повірку.

Величина, яка вимірюється	Діапазон вимірювання	Інтервал діапазону вимірювання	Границі допустимих основних похибок (Δ_0)	
			абсолютної	відносної
Об’ємна частка O_2	0 – 21 %	-	± 0,2 %	-
Об’ємна частка CO*	0 – 5000 млн$^{-1}$	0 - 200 млн$^{-1}$	± 10 млн$^{-1}$	-
		200 - 5000 млн$^{-1}$	-	± 5 %
Об’ємна частка NO	0 – 2000 млн$^{-1}$	0 - 200 млн$^{-1}$	± 20 млн$^{-1}$	-
		200 - 2000 млн$^{-1}$	-	± 10 %
Об’ємна частка NO_2	0 – 200 млн$^{-1}$	0 - 100 млн$^{-1}$	± 10 млн$^{-1}$	
		100 - 200 млн$^{-1}$		± 10 %
Об’ємна частка SO_2	0 – 5000 млн$^{-1}$	0 - 200 млн$^{-1}$	± 20 млн$^{-1}$	-
		200 - 5000 млн$^{-1}$	-	± 10 %
Температура газу	0 – 600 °C	0 - 100 °C	± 0,5 °C	-
		100 - 600 °C	-	± 0,5 %
Тиск газу	Від мінус 1000 до 7000 Па	-	-	зведена до діапазону вимірювань ± 0,5 %

Табл. 4. Діапазони вимірювань і границі допустимих основних похибок (Δδ) приладу ОКСИ-5М-5Н.



Умовні позначки:
1 — наконечник;
2 — зонд для відбирання проб;
3 — фільтротримач;
4 — вимірювальний порт;
5 — конденсатозбірник;
6 — патрон із силікагелем;
7 — манометр;
8 — термометр;
9 — аспіратор.

Рис.7. Комплект засобів для відбирання проб методом зовнішньої фільтрації.

Паралельно процесу відбору проб повітря визначаються інші метеорологічні показники: температура повітря та атмосферний тиск. Для швидкості і зручності ці дані можна не вимірювати самостійно, а запитати на найближчій метеостанції. В цьому випадку це Житомирський обласний центр з гідрометеорології [29].

Має бути наявний робочий журнал спостерігача (табл. 5, 6, 7), в якому записані дані спостережень, і, окремо, книжка запису спостережень для запису оброблених результатів.

Дата, час відбирання проби	Джерело викиду		Назва ЗР	Номер проби (об'єднаної та точкової)	Об'ємна витрата газу q_{vp}, дм³/хв	Тривалість відбирання Т, хв	Перед ротаметром		Об'єм відібраного газу, дм³		Результати вимірювань, виконаних трубками індикаторними. Додаткові відомості. Шифр методики вимірювання
	Назва виробництва, цеху, дільниці, технологічного обладнання (ДУ); навантаження під час відбирання	Номер (назва) ДВ; точки (місця) відбирання					Температура t_p, °С	Тиск P_p, кПа	За робочих умов V	Зведений до н.у. V_0	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Табл. 5. Рекомендована форма журналу відбирання проб згідно ДСТУ 8812:2018. Якість повітря [30].

Дата, час відбору проби	Джерело викиду: назва виробництва, цеху, дільниці, технологічного обладнання (ДУ); навантаження під час відбору проб	Джерело викиду: номер (назва) ДВ; точки (місця) відбору	Назва ЗР	Номер проби (об'єднаної Та точкової)	Об'ємна витрата газу q_{vp}, дм³/хв	Тривалість Відбору T, хв
1	2	3	4	5	6	7

Об'єм відібраного газу, V, дм³: за робочих умов	Об'єм відібраного газу, V, дм³: зведений до Н.у.	Температура, °С: газопилового потоку $t_г$	Температура, °С: перед ротаметром $t_р$	Тиск, кПа (мм рт. ст.): атмосферний $p_а$	Тиск, кПа (мм рт. ст.): статичний $p_{ст}$	Тиск, кПа (мм рт. ст.): перед ротаметром $p_р$	Результати вимірювань, виконаних газоаналізаторами, індикаторними трубками	Додаткові відомості, що характеризують відбір проб. Шифр МВВ	Виконавець (підпис)
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Табл. 6, 7. Форма журналу відбору проб [30].

Висновки до розділу 2.

1. Визначено перелік найбільш поширених забруднюючих речовин, які описано у документі на дозвіл на викиди ТОВ «Обербетон-Інвест», за якими буде здійснюватися екологічний моніторинг, а саме: діоксид азоту, діоксид сірки, оксид вуглецю, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, недиференційованих за складом.
2. Рекомендовано наступні вимірювальні прилади для відбору проб атмосферного повітря: ваги лабораторні загального призначення 2 класу з найбільшою границею зважування 200 г, комплект відбору проб викидів КВП-01, фільтри АФА-ВП-10.
3. Наведено приклади запису результатів відбирання проб згідно робочих журналів ДСТУ 8812:2018, КНД 211.2.3.063-98.

РОЗДІЛ 3
ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТОВ «ОБЕРБЕТОН-ІНВЕСТ»

3.1. Аналіз діяльності підприємства та основних виробничих процесів.

ТОВ “ОБЕРБЕТОН-ІНВЕСТ” — це одне з найбільших українських підприємств з виготовлення різнопланових залізобетонних конструкцій [31, 32]. Завод був побудований і запущений у 2008 році. Площа території становить близько 14,3679 га (рис. 8). Кількість працівників згідно з даними 2025 року — 171 людина.

Завдяки роботі підприємства реалізовано більше 200 масштабних проєктів на території України. Серед них — об’єкти торгово-розважального призначення, транспортної інфраструктури, житлові та адміністративні будівлі, аграрні споруди та складські комплекси.



Рис.8. Вид території підприємства ТОВ «Обербетон-Інвест».

Компанія має широкий спектр спеціалізації, а саме: виробництво, проєктування, транспортування складових елементів збірних залізобетонних каркасів і конструкцій за індивідуальними замовленнями і подальший технічний нагляд за будівельними і монтажними роботами.

Бетон — це штучний матеріал, який складається з таких основних компонентів: води, цементу, в’яжучих компонентів, заповнювачів; у разі потреби додатково додають спеціальні домішки. Найпоширенішим варіантом поєднання є: вода, портландцемент, гравій (або щебінь), кварцовий пісок. Виробництво бетону супроводжується як газоподібними, так і твердими викидами. Кінцевою фазою формування бетону є його затвердіння [33, 34].

Бетонозмішувальний вузол, де відбувається виготовлення бетону, спроєктований за вертикальною схемою (витратні комплекси знаходяться у верхній точці бетонозмішувального цеху, де компоненти самостійно надходять на наступні технологічні етапи під дією сили тяжіння). На виробництві представлена найпоширеніша схема — компактна. Цей вид не потребує декількох етапів підйому сировини на потрібні установки, а тому підіймається лише одноразово (рис. 9, 10). Вона є ефективною, повномірною в експлуатації, найменш енергозатратною та найбільш екологічно безпечною через наявність лише одного транспортера [34].

Бетонний цех складається з таких основних частин: бункерних ємностей для зберігання матеріалів, дозувального відділення, бетонозмішувача (БЗУ) та пристроїв для видачі (рис. 11).



Рис. 9. БЗВ вежового типу (модель Simem BetonTower T88 [35]) з подачею інертних матеріалів з підземного сховища. Відділення вторинного щебню для подальшої його обробки і використання у дорожньому будівництві.

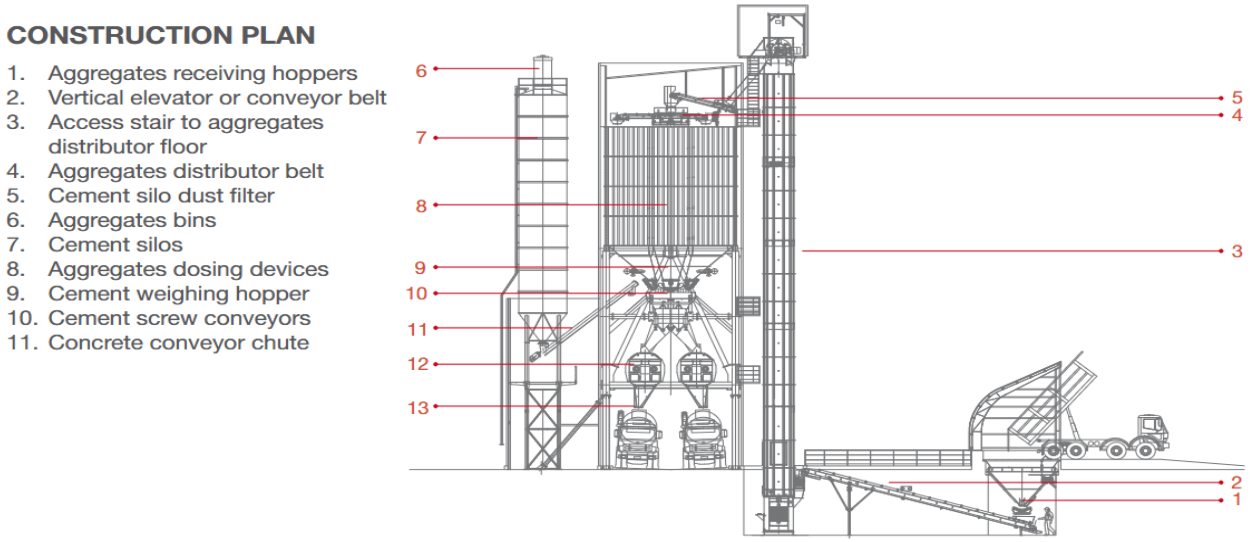


Рис.10. Схема БЗВ, вигляд подачі інертних матеріалів



Рис.11. Блок-схема виробничого процесу виготовлення бетонної суміші.

У виробничих процесах задіяні електрична енергія та природний газ. Основними об’єктами споживання на заводі є технологічні лінії виробництва бетонних продуктів, а також газові водогрійні котельні, які використовуються для нагріву інертних компонентів бетонних сумішей і опалення виробничих приміщень. Щодо складової виготовлення, то у виробничих процесах задіяні електрична енергія та природний газ.

Також на заводі представлено 15 окремих кран-балок, які задіяні у перенесенні елементів, матеріалів для виробництва того чи іншого залізобетонного виробу.

ТОВ «Обербетон-Інвест» спеціалізується на виготовленні збірних залізобетонних виробів (які пізніше трансформуються на місці монтажних робіт). Самостійно завод виробляє лише бетонні вироби, залізо (сталь) закуповується, і проводяться зварювальні роботи з готовими металевими конструкціями.

Ще одним із технологічних етапів виготовлення залізобетонних конструкцій на виробництві є формовка продукції. Цей процес піддається тривалому підігріванню, а отже, є досить енергомістким. Для доведення потрібного рівня температури поверхні виробу витрачається більше 10 годин. Затребувана потужність, що виробляється тільки за одну годину, для 5 технологічних ліній становить 113 кВт, з яких 40% займає теплота гідратації [36].

На постійній основі ведеться моніторинг виготовлення продукції. Його забезпечують служба контролю якості сировини, відділ технічного контролю і лабораторія. Лабораторія здійснює як перевірку якості сировини, що поступає на виробництво, так і операційний контроль процесу виготовлення залізобетонних виробів і бетонних сумішей.

Організаційна структура підприємства включає в себе такі відділи та структури:

1. Відділ персоналу.
2. Бухгалтерія.
3. Проєктний відділ (або відділ планування).
4. Відділ технічного контролю.
5. Відділ головного енергетика та механіка.
6. Відділ збуту.
7. Відділ логістики.
8. Відділ складу готової продукції та матеріально-технічних цінностей.
9. Лабораторія контролю якості.



1 — Арматурна дільниця
2 — Механічна дільниця
3 — Дільниця балок і колон
4 — Дільниця круглопустотних плит
5 — СГМ + Лабораторія
— БЗВ

Рис.12, 13. Картосхема підприємства.

Всі основні потужності розміщені у великому приміщенні ЦЕХу, які поділені на такі дільниці/відділи (рис. 12, 13):

1. Арматурна дільниця (рис. 14) — тут виготовляються металеві заготовки для подальшого армування бетонних виробів, які виготовляються в інших відділах ЦЕХу. Основними технологічними процесами є механічна обробка металу та електродугове зварювання заготовок.



Рис.14. Загальний вигляд арматурної дільниці виробничого ЦЕХу. Вигляд кран-балок.

2. Механічна дільниця — місце роботи токаря, фрезерувальника, плазморізчика, свердлувальника і зварювальника. Тут відбуваються процеси обробки металевих виробів.
3. Дільниця балок і колон* — тут виробляють безпосередньо зі вже готових арматурних і бетонних елементів несучі конструкції
4. Дільниця круглопустотних плит* — найбільший відділ виробничого ЦЕХу. Тут розміщена порізочна машина, яка з алмазними напайками під надсильним струмом води з 20° нахилом розрізає бетонний вибір на менші елементи.

*На дільницях балок, колон і круглопустотних плит відбувається укладання і застигання бетонної суміші у спеціальних формах (рис. 17, 18).

5. СГМ + лабораторія — контроль і моніторинг роботи всього бетонозмішувального вузла. Лабораторія відбирає проби з кожної партії та проводить тестування на міцність, водонепроникність, морозостійкість і т.д. За наявності неточностей і невідповідностей нормативним вимогам, партія або відправляється на дороблення до задовільних наступних тестових результатів, або відкликається взагалі для забезпечення надійності і безпечності всієї випускаємої продукції.
6. Склад готової продукції та матеріально-технічних цінностей — тут розміщені вже готові залізобетонні конструкції. Також тут знаходиться логістичний відділ, на якому відбувається завантаження вантажних машин за допомогою кранів.

До всіх структурних одиниць ЦЕХу проведені монорельси. По даним рельсам безперервно рухається так званий “флайбак” з бетонною сумішшю, яка поступає з БЗВ. Цей прилад доставляє розчин у приймальні бункера, яких на виробництві 5 штук (рис. 15, 16).




Рис.15, 16. Приймальний бункер з бетонною сумішшю і формування екстрактором розчину у металеві форми.

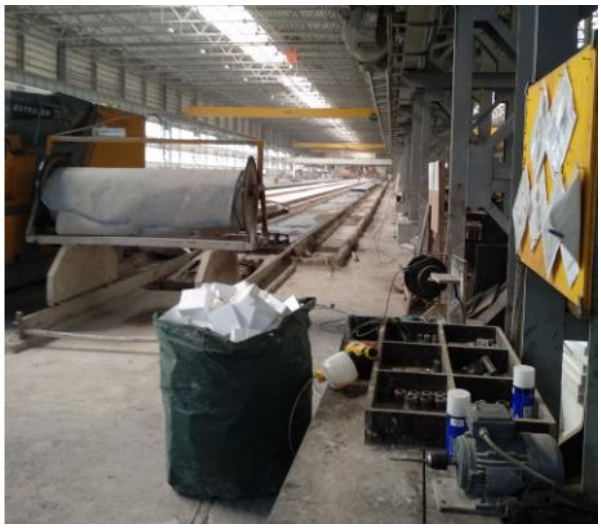



Рис.17, 18. Вигляд спеціальних форм і матеріалів для застигання плит.

3.2. Ідентифікація стаціонарних джерел забруднення та оцінка обсягів викидів у атмосферу.

Викиди підприємства в атмосферне повітря надходять з наступних джерел забруднення (рис. 19-22):

Джерело 1

Труба від котлоагрегату Buderus SK 745. Призначений для нагрівання компонентів для подальшого їхнього змішування у бетонозмішувальній установці (БЗУ).

Джерело 2

Труба від котлоагрегату Buderus SK 745. Призначений для опалення виробничих приміщень.

Джерело 3, 4

Вихлоп фільтрів пилу силосу зберігання цементу. Промисловий повітряний фільтр FCSI 3/1 AUTOMATIC. Забруднюючі речовини у вигляді суспендованих твердих частинок викидаються під час подачі цементу в силос з цементовозу у процесі пневмотранспортування.



Рис. 19. Зонування території підприємства “Обербетон-Інвест” і розташування стаціонарних організованих джерел забруднення атмосфери.

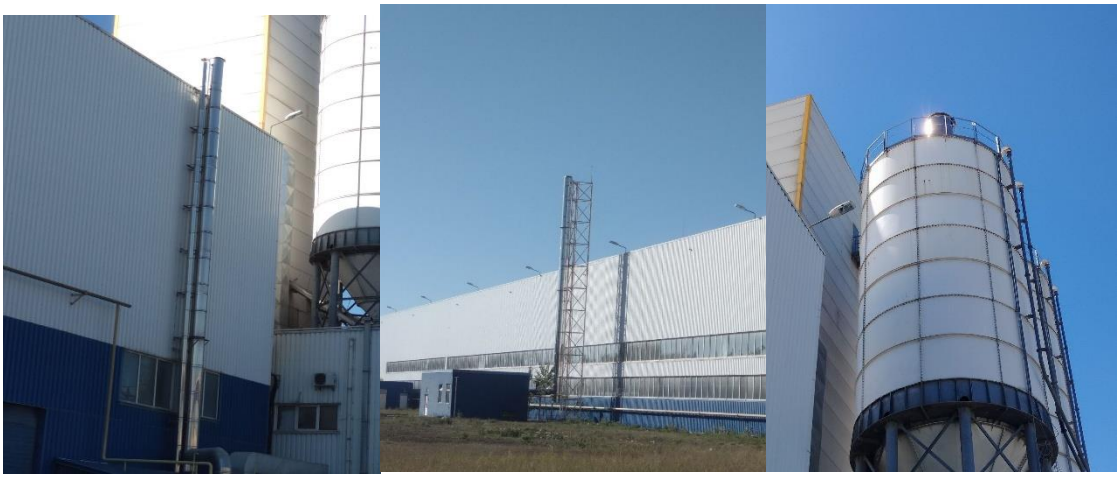


Рис.20, 21, 22. Стаціонарні організовані джерела забруднень атмосферного повітря ТОВ «Обербетон-Інвест».

Забруднююча речовина			Потенційний валовий обсяг викидів (т/рік)	Порогові значення потенційних викидів для взяття на державний облік (т/рік)
Код	Назва	Клас екологічної небезпеки		
06000	Оксид вуглецю	4	0,192	1,5
03000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційовані за складом	3	2,348	3
04000/301	Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту [NO + NO2])	4	0,751	1
05001/330	Сірки діоксид	4	0,009	2
Усього для підприємства:			3,3	

Табл. 8. Перелік видів та сумарних обсягів забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря від стаціонарного устаткування підприємства.

За результатами порівняльної характеристики обсягів викидів забруднюючих речовин із затвердженими нормативами гранично допустимих викидів та розрахунків можна зробити висновок, що перевищення відсутні. Наявні величини викидів від джерел забруднення підприємства пропонується прийняти як нормативні (табл. 8).

Котлоагрегати вносять основний внесок у забруднення атмосферного депо оксидом вуглецю (CO) і сполуками азоту (NO_2). Виробництво безпосередньо бетонних виробів займає 98% частки викиду суспендованих твердих частинок, недиференційованих за складом (PM2,5, PM10).

Найбільший показник забруднення належить суспендованим твердим часткам. Найсуттєвіше виділення пилу припадає на час виробництва бетону в змішувальному відділенні цеху.

У свою чергу, пил може призводити до утворення смогу у поєднанні з речовинами реакції згоряння палива (які надходять з котлоагрегатів) і зменшувати прозорість атмосфери території підприємства. Часточки пилу, що знаходяться у повітрі у зваженому стані, утворюють різні аерозолі. Ці часточки здатні затримуватись у повітрі, тим самим, своєю поверхнею відбиваючи сонячні промені і збільшуючи хмарність території. Зменшення прозорості атмосфери ареалу досяжності викидів спричиняє зниження прямої сонячної радіації на 18-20%.

ТОВ «Обербетон-Інвест» належить до *третьої групи* за ступенем впливу на забруднення атмосферного повітря. Підприємство не ставиться на державний облік, обсяги викидів забруднюючих речовин відповідають вимогам санітарного законодавства. Заходи скорочення викидів забруднюючих речовин і впровадження найкращих існуючих технологій виробництва не передбачені та не розробляються.

Діяльність підприємства не підлягає оцінці впливу на довкілля, оскільки не має виробничих потужностей і устаткувань, визначених у статті 3 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» [20].

3.3. Опис санітарно-захисної зони підприємств

Господарська діяльність об’єкта – це виробництво бетонних розчинів і залізобетонних виробів. Розмір СЗЗ встановлюється в розмірі 100 м відповідно до ДСП-173 (виробництво штучного каміння та бетонних виробів) [14]. В межах СЗЗ відсутні житлові забудови.

СЗЗ не потребує збільшення чи зменшення в порівнянні з нормативною. СЗЗ є створеною - територія санітарно-захисної зони розпланована та упорядкована. Підтримується озеленення санітарно-захисної зони.

На території площадки відсутні інші підприємства, що мають, вплив на навколишнє середовище. Майданчик межує:

- на півночі – пустир.
- ка півдні – дорога.

- на заході - завод огороджувальних конструкцій;
- на сході - завод «Вібросепаратор».

Обґрунтовуючі матеріали викидів стаціонарними джерелами, які були надані підприємством ТОВ «Обербетон-Інвест» містять відомості про проведені розрахунки забруднення атмосферного повітря відповідно до вимог методики розрахунків концентрацій забруднюючих речовин та їх розсіювання - ОНД-86, з врахуванням площі промислового майданчика, руху автотранспорту і фонових концентрацій, які визначені у відповідності законодавства. Нижче представлена ситуаційна карта-схема розміщення об'єкта з межею нормативної санітарно-захисної зони (рис. 23).



Рис. 23. Зображення межі санітарно-захисної зони ТОВ «Обербетон-Інвест», взятого з обґрунтовуючих матеріалів викидів стаціонарних джерел.

Перевірка прийнятності розміру нормативної відстані розрахунком розсіювання шкідливих речовин (рис. 24, 25) в атмосфері згідно з ОНД-86, встановила недоцільність проведення для всіх забруднюючих речовин, крім речовин у вигляді суспендованих твердих частинок та оксидів азоту.

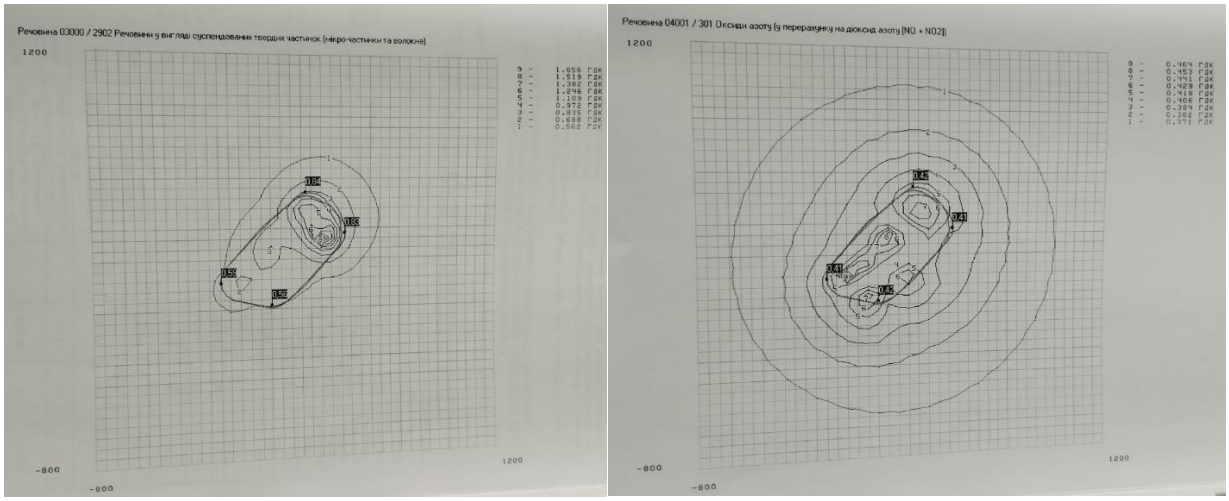


Рис. 24, 25. Результати проведення розрахунків розсіювання забруднюючих речовин за межами СЗЗ підприємства.

З метою оцінки впливу шкідливих викидів забруднюючих речовин на забруднення приземного шару атмосфери проведено розрахунок з використанням автоматизованої програми «ЕОЛ+», (виробник - фірма «ТОПАЗ»). Розрахункові модулі системи реалізують методику вимірювання ОНД-86.

Визначено доцільність проведення розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на ЕОМ згідно ОНД-86.

Доцільність проведення розрахунку забруднення атмосфери на ЕОМ визначається формулою:

$$\frac{M}{ГДК} > Ф,$$

де $Ф = 0{,}01*H$ при $H>10$м, $Ф = 0{,}1*H$ при $H \leq 10$м, де

M (г/с) – сумарне значення викиду від усіх джерел підприємства;

ГДК (мг/м^3) – максимальна гранично допустима концентрація;

H (м) – середньозважена по підприємству висота джерел викидів.

3.4. Визначення точок і періодичності спостережень.

Перед початком виконання замірів визначають мету вимірювання та їх планування. У випадку підприємства, застосовуються факельні вимірювання з метою контролю дотримання нормативів викидів забруднюючих речовин. Обстежують місце вимірювання, готують ЗВТ (засоби вимірювальної техніки) і допоміжні пристрої вимірювання.

Спостереження виконуються згідно з методиками ДСТУ 8725:2017. Якість повітря. Методи визначення швидкості та об’ємної витрати газопилових потоків [37], ДСТУ 8812:2018. Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Настанови з відбирання проб [30], КНД 211.2.3.063-98 (Інструкція відбору проб промислових викидів) [38].

Перед відбиранням проб вимірюють параметри газу (швидкість, об’ємна витрата, температура, об’ємна частка кисню) у газоході згідно з ДСТУ 8725. Застосовується такий спосіб відбору проб забруднюючих речовин атмосферного повітря, як інтегральний, принцип якого полягає у відбирання проб послідовним переміщенням зонда ЗВТ в усі точки вимірювання без заміни поглинальних або фільтрувальних засобів. Тривалість замірів у кожній точці має бути однаковою. Даний спосіб застосовують для отримання представницької проби (об’єднаної проби, яка застосовується у випадку інвентаризації і контролю нормативів викидів).

Для отримання достовірних результатів дослідження обирають правильне розташування на газоході відповідно вимірювальній секції, перерізу, портів і точок.

Точки відбору проб визначають згідно розмірів гідравлічного діаметра (еквівалентний діаметр) – це параметр газоходу, який визначається як чотирикратне відношення площі вимірювального перерізу до периметра вимірювального перерізу. Визначається за формулою (у мм) [37]:

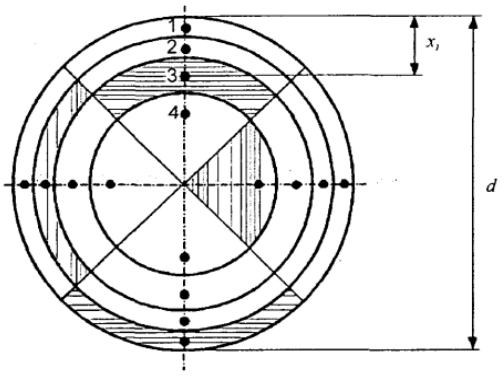
$$d_h = 1000 \cdot \frac{4S}{F},$$

Гідравлічний діаметр круглого газоходу дорівнює внутрішньому діаметру газоходу [37]:

$$d_h = 4\left(\frac{\frac{\pi d^2}{4}}{\pi d}\right) = d.$$

Точки замірів круглого вимірювального перерізу розміщують на двох лініях — взаємно перпендикулярних діаметрах, які перетинаються в центрі

перерізу. Кількість вимірювальних точок на одній вимірювальній лінії, тобто діаметрі димоходу, визначають відповідно його діаметру і довжині вимірювальної секції (рис. 26).



Умовні позначки:
d — внутрішній діаметр газоходу;
x_i — відстань від внутрішньої стінки газоходу до i-ї вимірювальної точки на діаметрі.

Рис. 26. Схема розташування точок на вимірювальних діаметрах круглого газоходу.

У випадку виробничого контролю (дотримання нормативів) викидів забруднюючих речовин у димоході із внутрішнім діаметром до 1000 мм, допускається виконувати відбирання проб в одній точці вимірювального перерізу, якщо виконані такі умови розташування вимірювальної секції відбирання згідно з пунктом 7.2 ДСТУ 8725 [37]:

1. Забезпечено стабільний профіль однорідного потоку газу.
2. Точка відбору знаходиться на значній відстані від джерела збурення газу (вентилятори, димососи).
3. Точка відбору знаходиться на значній відстані від місць, де змінюється напрямок газового потоку (коліна, відводи тощо).
4. Точка відбору знаходиться на значній відстані від місць, де змінюється форма або площа поперечного перерізу димоходу (звуження, розширення, засувки).
5. Відсутні дроселювальні пристрої (елементи гідравлічних, пневматичних, холодильних чи вентиляційних систем, які змінюють витрати потоку газу, і змінюють його тиск).

Внутрішній діаметр (а також гідравлічний діаметр) круглих газоходів котлоагрегатів ТОВ «Обербетон-Інвест» дорівнює 350 мм. Згідно з вище зазначеними умовами, можна зробити висновок, що при виробничому контролі викидів в даному випадку допускається відбір проб в одній точці вимірювального перерізу димоходу.

У заданій точці концентрація певної домішки має дорівнювати середньому значенню концентрації забруднюючої речовини по всіх вимірювальних точках перерізу газоходу. Відбір проби виконується у точці близькій до центру димоходу, але не ближче 1/3 діаметра його перерізу від внутрішньої стінки.

У разі здійснення державного, виробничого контролів за дотриманням нормативів викидів забруднюючих речовин відбирається не менше 3-х об'єднаних проб.

При послідовному відборі об'єднаних проб, результат кожного вимірювання порівнюється зі встановленим нормативом викиду для конкретної забруднюючої речовини. За допомогою результатів вимірювань розраховуються середні концентрації забруднюючих речовин за 20-хвилинні інтервали.

На підприємстві наявні 4 газоочисні установки (фільтри), проте через технічну неможливість провести прямі інструментальні виміри на вході до фільтрів, ефективність очистки прийнята по технічним характеристикам пилогазоочисного обладнання. Натомість, у разі контролю за дотриманням нормативів викидів місце відбирання проб розташовують після ГОУ.

Гідравлічний діаметр газоходів фільтрів складає 300 мм і має круглий переріз. Згідно з ДСТУ 8725:2017 було визначено точки відбору об’єднаних проб повітря (табл. 9, 10) для визначення концентрації суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом [38]. Щоб дізнатися кількість потрібно розрахувати коефіцієнт кратності *L* довжини вимірювальної секції, яка у нашому випадку становить 400 мм, відносно гідравлічного діаметру 300 мм. Таким чином отримуємо коефіцієнт 1, 3333, який визначає 6 вимірювальних точок.

7.2.11.2 Коефіцієнт кратності L довжини вимірювальної секції газоходу l, у міліметрах, відносно гідравлічного діаметра газоходу d_h, у міліметрах, обчислюють за формулою:

$$L = \frac{l}{d_h}.$$

Гідравлічний діаметр d_h, мм	Коефіцієнт кратності довжини вимірювальної секції L	Кількість вимірювальних точок на одній вимірювальній лінії n_d
До 200	Понад 5,5	2
	Від 4 до 5,5 включно	4
Від 200 до 500 включно	Понад 5,5	2
	Від 4 до 5,5 включно	2
	» 2,5 » 4 »	6

Табл. 9. Кількість точок відбору проб на одній вимірювальній лінії (діаметрі) у перерізі круглого газоходу.

n_i	Координати точки n_i, мм	
	$K_{Øi}$, $K_{пA}$, $K_{пB}$	При круглому перерізі $K_{Øi}$*D
1	0,0436	13
2	0,1465	44
3	0,2958	89
4	0,7041	211
5	0,8535	256
6	0,9564	287

Табл. 10. Координати вимірювальних точок згідно коефіцієнтів визначених ДСТУ 8725:2017.

Рекомендована періодичність моніторингу атмосферного повітря:

1. Діоксид азоту (NO2) – щорічно.
2. Оксид вуглецю (CO) – щорічно.
3. Діоксид сірки (SO2) – щорічно.
4. Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок – щорічно.

3.5. Аналіз результатів вимірювань CO і NO2.

Відповідно до актів відбору проб відділом інструментально-лабораторного контролю, органами Держекоінспекції проведено вимірювання вмісту забруднюючих речовин в організованих викидах стаціонарних джерел ТОВ «Обербетон-Інвест» (табл. 11). Відбір проб і вимірювання проведені відповідно

до: КНД 211.2.3.063-98 «Метрологічне забезпечення. Відбір проб промислових викидів. Інструкція» [39]. При вимірюванні були застосовані такі основні засоби вимірювальної техніки: ОКСИ 5М-5Н.

Номер об'єднаної проби	2014		2019		
	1	2	1	2	3
Забруднююча речовина	Масова концентрація мг/м^3				
Азоту діоксид (NO_2)	189,4	191,6	134,28	119,93	119,93
	212,1	214,3	150,4	134,32	134,33
Оксиду вуглець (CO)	101,7	85,8	0,31	0,63	0,31
	99,5	83,8	0,32	0,65	0,32

Табл. 11. Викиди забруднюючих речовин.

Місця відбору 3 об'єднаних проб азоту діоксиду (NO_2) і оксиду вуглецю (CO): дві труби відводу димових газів котлів марки Buderus SK 745.

Згідно з Наказом №309 «Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел» [40], встановлюються такі ГДВ для забруднюючих речовин (табл. 12), які підлягають моніторингу:

КЛАС IV	Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	5000 г/год або більше	500 мг/куб. м
	Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	5000 г/год або більше	500 мг/куб. м
	Оксид вуглецю	5000 г/год або більше	250 мг/куб. м

Табл. 12. Нормативи граничнодопустимих викидів пароподібних і газоподібних неорганічних сполук.

Можна зробити висновок, що згідно з результатами вимірювань перевищення нормативів ГДВ NO_2 і CO відсутні.

3.6. Виконання статистичної оцінки і прогнозування викидів CO і NO2 в атмосферу.

Метод моделювання передбачає використання математичних і обчислювальних інструментів. Цей метод дає можливість спрогнозувати еволюцію викидів забруднюючих речовин і сприяти прийняттю науково-обґрунтованих рішень, щодо їх корегування. Інформацію з фіксованих точок відбору проб рекомендується доповнювати методами моделювання [41].

Згідно з даними вимірювань були побудовані точкові діаграми 6-ох регресійних моделей: лінійна, поліноміальна (2-го і 3-го ступеней), експонентна, степенева і логарифмічна.

Перший етап: ранжування згідно зі значенням коефіцієнта детермінації R^2, де Ранг 1 – найбільш достовірна модель регресії. Як результат, Ранг 1 для графіків обох забруднюючих речовин отримала поліноміальна 3-го ступеня регресійна модель.

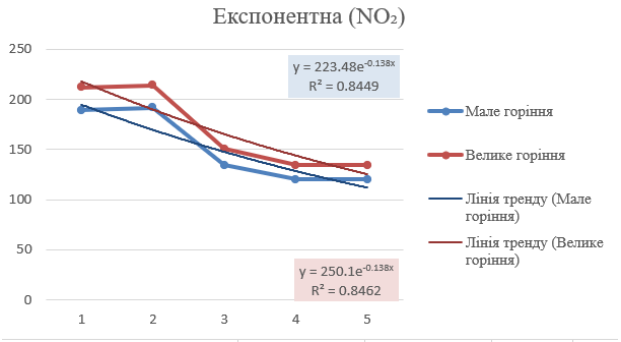
Другий етап: ранжування згідно зі значенням похибки. Як результат, Ранг 1 для графіків обох забруднюючих речовин отримала експонентна регресійна модель, оскільки має найменше значення похибки.

Заключний етап: зведене ранжування на основі попередньо отриманих даних (табл. 13). Найменша сума рангів для моделювання викидів NO2 отримала експонентна регресійна модель, в той же час викиди CO найкраще відображає поліноміальна 2-го ступеня (рис. 27, 28).

Вид	Модель	Ранг за величиною R^2	Ранг за значенням похибки	Сума рангів
Мале горіння (NO)				
Лінійна	y = -21,061x + 214,21	4	4	**8**
Поліноміальна 2-го ступеня	y = 2,755x² - 37,591x + 233,5	2	5	**7**
Поліноміальна 3-го ступеня	y = 6,1558x³ - 52,647x² + 107,69x + 130,08	1	6	**7**
Експонентна	y = 223,48e^-0,138x	3	1	**4**
Степенева	y = 203,95x^-0,338	6	2	**8**
Логарифмічна	y = -51,65ln(x) + 200,48	5	3	**8**
Велике горіння (NO)				
Лінійна	y = -23,552x + 239,75	4	5	**9**
Поліноміальна 2-го ступеня	y = 3,1029x² - 42,169x + 261,47	2	6	**8**
Поліноміальна 3-го ступеня	y = 6,8492x³ - 58,54x² + 119,47x + 146,4	1	3	**4**
Експонентна	y = 250,1e^-0,138x	3	1	**4**
Степенева	y = 228,29x^-0,337	6	2	**8**
Логарифмічна	y = -57,78ln(x) + 224,41	5	4	**9**

Вид	Модель	Ранг за величиною R^2	Ранг за значенням похибки	Сума рангів
Мале горіння (CO)				
Лінійна	y = -28,795x + 124,14	4	6	**10**
Поліноміальна 2-го ступеня	y = 8,355x² - 78,925x + 182,62	2	2	**4**
Поліноміальна 3-го ступеня	y = 5,7458x³ - 43,357x² + 56,677x + 86,09	1	5	**6**
Експонентна	y = 494,76e^-1,65x	5	1	**6**
Степенева	y = 189,13x^-4,166	6	3	**9**
Логарифмічна	y = -74ln(x) + 108,6	3	4	**7**
Велике горіння (CO)				
Лінійна	y = -28,151x + 121,37	4	6	**10**
Поліноміальна 2-го ступеня	y = 8,1821x² - 77,244x + 178,65	2	2	**4**
Поліноміальна 3-го ступеня	y = 5,5933x³ - 42,158x² + 54,759x + 84,678	1	5	**6**
Експонентна	y = 475,95e^-1,634x	5	1	**6**
Степенева	y = 183,7x^-4,125	6	3	**9**
Логарифмічна	y = -72,36ln(x) + 106,2	3	4	**7**

Табл. 13. Результат ранжування отриманих значень згідно з коефіцієнтом R^2 і похибкою для вимірювань викидів на малому і великому режимі горіння.



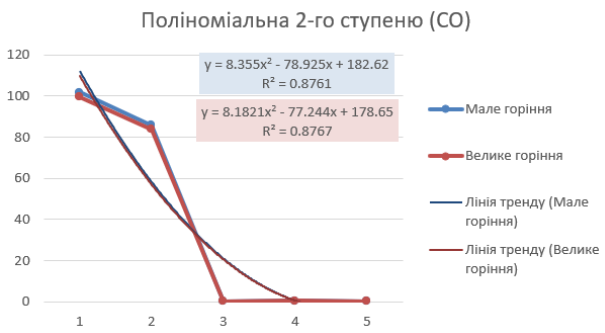


Рис. 27, 28. Графіки регресійних моделей, згідно яких доцільно здійснювати прогноз емісій.

Завдяки даним графікам регресійних моделей, наочно продемонстровано і доведено модернізацію котлів, а саме зміни пальників і зменшення об'ємів споживання газу на потреби підприємства. Це стало можливим завдяки реалізації проєкту з енергоефективності [36], у якому брало участь ТОВ «Обербетон-Інвест».

Висновки до розділу 3.

1. Проведено аналіз виробничих процесів і потужностей підприємства ТОВ «Обербетон-Інвест», згідно з якими ідентифіковано стаціонарні джерела забруднення для яких організовується моніторинг відповідності викидів нормативним.
2. Розглянуто обґрунтовуючі матеріали в яких наведені карти санітарно-захисної зони підприємства і карти розсіювання азоту діоксиду і суспендованих твердих частинок. Перевищень за межами СЗЗ виявлено не було.
3. Визначено щорічний моніторинг для труб котлоагрегатів і фільтрів силосу цементу, шляхом відбору 3 об'єднаних проб повітря.
4. Проведено статистичну оцінку і прогнозування викидів CO і NO2, методом моделювання і побудови експонентної і поліноміальної 2-го ступеня регресійних моделей. Результат показав зниження обсягів викидів у майбутньому.

Висновки

1. У даній кваліфікаційній роботі було визначено, що територія на якій розміщено підприємство ТОВ «Обербетон-Інвест» належить до природно-кліматичної перехідної зони Полісся і Лісостепу.
2. Розглянуто динаміку обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами у Житомирській області, яка свідчить про збільшення обсягів викидів на 12,94% у 2024 р. у порівнянні з 2023 р.
3. Визначено згідно із законодавством України у сфері охорони атмосферного повітря, що підприємство ТОВ «Обербетон-Інвест» відноситься до об’єктів третьої групи за обсягами викидів стаціонарних джерел забруднення. Нормативний розмір санітарно-захисної зони становить 100 м відповідно виду господарської діяльності.
4. Визначено перелік найбільш поширених забруднюючих речовин, які описано у документі на дозвіл на викиди ТОВ «Обербетон-Інвест», за якими буде здійснюватися екологічний моніторинг, а саме: діоксид азоту, діоксид сірки, оксид вуглецю, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.
5. Рекомендовано наступні вимірювальні прилади для відбору проб атмосферного повітря: ваги лабораторні загального призначення 2 класу з найбільшою границею зважування 200 г, комплект відбору проб викидів КВП-01, фільтри АФА-ВП-10.
6. Наведено приклади запису результатів відбирання проб згідно робочих журналів ДСТУ 8812:2018, КНД 211.2.3.063-98.
7. Проведено аналіз виробничих процесів і потужностей підприємства ТОВ «Обербетон-Інвест», згідно з якими ідентифіковано стаціонарні джерела забруднення для яких організовується моніторинг відповідності викидів нормативним.
8. Розглянуто обґрунтовуючі матеріали в яких наведені карти санітарно-захисної зони підприємства і карти розсіювання азоту діоксиду і

суспендованих твердих частинок. Перевищень за межами СЗЗ виявлено не було.

9. Визначено щорічний моніторинг для труб котлоагрегатів і фільтрів силосу цементу, шляхом відбору 3 об’єднаних проб повітря.
10. Проведено статистичну оцінку і прогнозування викидів CO і NO2, методом моделювання і побудови експонентної і поліноміальної 2-го ступеня регресійних моделей. Результат показав зниження обсягів викидів у майбутньому.

У заключенні були надані наступні пропозиції щодо покращення стану атмосферного середовища:

1) Регулярно обслуговувати пилогазоочисного устаткування (згідно з інформацією про перевірки Державної екологічної інспекції Поліського округу) [42].
2) Підтримувати технологічне обладнання підприємства в належному стані з метою запобігання наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.
3) При зменшенні вологості повітря проводити пилоподавлення водою на складах.

Список використаних літературних джерел

1. Департамент екології та природних ресурсів Житомирської обласної державної адміністрації. Екологічний паспорт Житомирської області за 2024 рік. Житомир, 2025. С. 5-10.
2. Фізико-географічне районування України. Географічні карти України. Природні умови та природні ресурси. URL: https://geomap.land.kiev.ua/zoning-1.php (дата звернення: 01.05.2026).
3. Карта напрямку вітрів України. [Електронний ресурс]. URL: https://www.saveecobot.com/fire-maps#17/50.26039/28.72601 (дата звернення 01.05.2026)
4. Shevchuk L., Vasilieva L., Herasymchuk O. Landscapes of Zhytomyr: the structure of city geosystems, natural and technogenic hazards of the region. *Ecological Sciences*. 2025. No. 2 (59). P. 283–290. URL: https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.2-59.42. С. 277-278.
5. Інтерактивна карта грунтів Житомирської області. *Географічні карти України. Природні умови та природні ресурси*. URL: https://geomap.land.kiev.ua/obl-6.php (дата звернення: 28.05.2026).
6. Ecoregions 2017 ©. *Ecoregions 2017* ©. URL: https://ecoregions.appspot.com/ (date of access: 28.05.2026).
7. Житомирська міська рада. Екологічна стратегія Житомирської міської територіальної громади до 2050 року. Житомир, 2025. С. 35-47.
8. Управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення Житомирської міської ради. ПРОГРАМА державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації «Житомир» на 2023-2027 роки. Житомир, 2023. С. 49-50.
9. Конституція України : від 28.06.1996 № 254к/96-ВР : станом на 1 січ. 2020 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр#Text (дата звернення: 01.05.2026).
10. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII : станом на 8 серп. 2025 р.

URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text (дата звернення: 01.05.2026).

11. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII : станом на 15 листоп. 2024 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text (дата звернення: 01.05.2026).
12. Про охорону атмосферного повітря : Закон України від 16.10.1992 № 2707-XII : станом на 8 серп. 2025 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text (дата звернення: 01.05.2026).
13. Про затвердження Інструкції про порядок та критерії взяття на державний облік об'єктів, які справляють або можуть справити шкідливий вплив на здоров'я людей і стан атмосферного повітря, видів та обсягів забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря : Наказ М-ва екології та природ. ресурсів України від 10.05.2002 № 177 : станом на 3 січ. 2023 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0445-02#Text (дата звернення: 01.05.2026).
14. Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів : Наказ МОЗ України від 19.06.1996 № 173 : станом на 13 лют. 2026 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text (дата звернення: 01.05.2026).
15. Установлення санітарно-захисної зони підприємства та коригування її розмірів. *Онлайн-консультант еколога підприємства*. URL: https://ecologiya.com.ua/articles/73275-ustanovlennya-sanitarno-zakhysnoyi-zony-pidpryyemstva-ta-koryhuvannya-yiyi-rozmiriv (дата звернення: 01.05.2026).
16. Про інтегроване запобігання та контроль промислового забруднення : Закон України від 16.07.2024 № 3855-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3855-20#Text (дата звернення: 01.05.2026).

17. The European Parliament And The Council Of The European Union. Directive 2010/75/Eu Of The European Parliament And Of The Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). *Official Journal of the European Union*. 2010. L 334/17. P.103.
18. Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря : Постанова Каб. Міністрів України від 14.08.2019 № 827 : станом на 11 трав. 2024 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-п#Text (дата звернення: 01.05.2026).
19. Про затвердження Порядку визначення величин фонових концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі : Наказ М-ва екології та природ. ресурсів України від 30.07.2001 № 286 : станом на 23 трав. 2025 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0700-01#Text (дата звернення: 01.05.2026).
20. Житомирська обласна військова адміністрація. Інформація про отримання дозволу про внесення змін до існуючого дозволу на викиди №1810136600-451 від 03.10.2014 року для ознайомлення з нею громадськості. Житомир. 2024.
21. Г. І. Гринь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін та ін. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: підруч. Сєвєродонецьк : вид-во СНУ ім. В. Даля. 2019. 420 с. ISBN 978-617-11-0109-9. С.61, 183.
22. Лукашов Д.В. Інструментальні методи дослідження якості довкілля: курс лекцій. Київ: Київський національний університет імені Тараса Шевченка Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини». 2018. С.18
23. Визначення концентрації забруднюючих речовин, що містяться в викидах організованих стаціонарних джерел. *ТОВ «Автоекоприлад»*. URL: https://eco.aep.kiev.ua/novini/viznachennya-kontsentratsiyi-zabrudnyuyuchi/ (дата звернення: 01.05.2026).
24. Івасенко В. Вимірювання викидів NOx газових котлів. *Measuring and computing devices in technological processes*. 2023. № 2. С. 191–195.

URL: https://doi.org/10.31891/2219-9365-2023-74-26 (дата звернення: 01.05.2026). С.193.

25. Кафедра хімії. «Моніторинг забруднення атмосферного повітря». Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2010. — С 32.
26. Посудін Ю. І. Моніторинг довкілля з основами метрології: підручник. Запоріжжя: Запорізький національний університет. 2012. – С. 426.
27. ЯКУНІНА І.В, Н.С. ПОПОВ. Інструментальні методи дослідження якості довкілля: курс лекцій. Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2018. С. 12-20.
28. ТОВ «ЕКОТЕСТ». Газоаналізатор ОКСИ 5М. Настанова щодо експлуатування. ОКСИ.9027.001 НЕ: Інструкція. Харків, 2024. С. 15.
29. Територіальні підрозділи. укргмц. *УкрГМЦ*. URL: https://www.meteo.gov.ua/ua/Oblasni-centri (дата звернення: 01.05.2026).
30. Національний стандарт україни. ДСТУ 8812:2018 Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Настанови з відбирання проб. ДП «УкрНДНЦ», 2020. С. 43.
31. LLC “OBERBETON-INVEST”. Oberbeton-Invest. URL: https://oberbeton.ua/en/ (дата звернення 01.05.2026).
32. Виробництво виробів з бетону для будівництва. Житомирська обл. Довідник компаній України. Бізнес гід. *Компанії України. Підприємства України. Каталог підприємств України.* URL: https://business-guide.com.ua/enterprises?o=171&v=452 (дата звернення: 01.05.2026).
33. Ушеров-Маршак О.В. Гоц В.І. Кабусь О.В. Бетони та будівельні розчини: навч. Посіб. Київ: Харківський національний університет будівництва та архітектури. Київський національний університет будівництва і архітектури, 2022. ISBN 978-966-984-070-7. С. 6-14.

34. Шаповал С. В. Конспект лекцій до вивчення дисципліни «Виробнича база будівництва», Харків: Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 2013. С. 26-27.
35. New plant in Ukraine for hollow core flooring technology. 66100 Chieti (CH), Italy : Nordimpianti System Srl, 2011. P.6.
36. Pilot Project on Energy Modernisation in Industry. Company Oberbeton-Invest, Ltd. Kyiv : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), 2021. P. 4.
37. Національний стандарт україни. ДСТУ 8726:2017 Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Методи визначення тиску та температури газопилових потоків. ДП «УкрНДНЦ», 2018. С. 19.
38. Викиди газопилові промислові. Методика виконання вимірювань масової концентрації речовин у вигляді суспендованих твердих частинок в організованих викидах стаціонарних джерел гравіметричним методом : МВВ № 081/12-0161-05. — Київ: Мінприроди України, 2005. С. 20.
39. Керівний нормативний документ. КНД 211.2.3.063-98. Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Метрологічне забезпечення. Відбір проб промислових викидів. Інструкція. Чинний від 01.01.1999.
40. Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел : Наказ М-ва охорони навколиш. природ. середовища України від 27.06.2006 № 309 : станом на 8 серп. 2025 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0912-06#Text (дата звернення: 01.05.2026).
41. The European Parliament And The Council Of The European Union. Directive 2024/2881 Of The European Parliament And Of The Council of 23 October 2024 on ambient air quality and cleaner air for Europe. *Official Journal of the European Union*. 2024. P.103.
42. 35223245 - ТОВ "ОБЕРБЕТОН-ІНВЕСТ" - перевірки - clarity project. Перевірка компаній та контрагентів - аналітична платформа Clarity Project.

URL: https://clarity-project.info/edr/35223245/inspections (дата звернення: 01.05.2026).

43. Малярчук Ю. В. Оцінка та зменшення впливу на навколишнє середовище при експлуатації промислового об´єкта : автореф. магістерська робота. Київ, 2024. С.103.