

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра геології та екології

«Допускається до захисту»
Завідувач кафедри, доцент
_____ С.М. Панова
«__» _____ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА
РОБОТА БАКАЛАВРА**

на тему: «ОЦІНКА ВПЛИВУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА НАВКОЛИШНЄ
СЕРЕДОВИЩЕ ВІД ПІДПРИЄМСТВ ЦЕМЕНТНОГО ВИРОБНИЦТВА»

Здобувач:
гр. ЕО-20 Н.Д. Легеза

Керівник:
завідувач кафедри, доцент

С.М. Панова

Кривий Ріг

2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Криворізький національний університет
Кафедра геології та екології

Дена форма навчання
Перший (бакалаврський) рівень
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри,
доцент

_____ С.М. Панова

«___»_____2024

р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Легеза Н.Д.

Тема роботи: «ОЦІНКА ВПЛИВУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ВІД ПІДПРИЄМСТВ ЦЕМЕНТНОГО ВИРОБНИЦТВА»

Керівник роботи доцент С.М. Панова

затверджені

наказом Криворізького національного університету від
28.11.2023р. №1100 с.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання	Термін виконання етапів	Примітка
1.	Огляд літературних джерел за темою дипломної роботи		
2.	Оформлення звіту огляду літератури		
3.	Вивчення методів та методик оцінювання навколишнього середовища		
4.	Оцінка стану навколишнього середовища в зоні впливу цементного виробництва		
5.	Аналіз впливу важких металів на компоненти навколишнього середовища		
6.	Встановлення залежності середовища впливу від потужності та характеру виробництва		

Засвідчую, що у бакалаврській роботі запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань не використовуються.

Здобувач _____ Н.Д. Легеза

Керівник роботи _____ С.М.Панова

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЦЕМЕНТНОГО ВИРОБНИЦТВА ЯК ПОТУЖНОГО ДЖЕРЕЛА АНТОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ.....	8
1.1. Вплив цементного виробництва на атмосферу.....	9
1.2. Характеристика забруднень гідросфери на території досліджень.....	10
1.3. Аналіз забруднення ґрунтового середовища прилеглих територій....	11
1.4. Вплив забруднення на біоту.....	11
1.5. Вплив забруднення на людину.....	13
РОЗДІЛ 2. КОМПЛЕКСНА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗАБРУДНЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	18
2.1. Аналіз джерел викидів забруднюючих речовин під час виробництва цементу.....	18
2.2. Аналіз забруднюючих речовин, що надходять до навколишнього середовища від потужніших джерел викиду.....	22
2.3. Аналіз витрат підприємств на екологізацію та зменшення наслідків забруднення.....	33
2.4. Модель оцінки визначення найбільш небезпечного середовища концентрації важких металів.....	34
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ВИКИДІВ ТА НЕБЕЗПЕК ЦЕМЕНТНОГО ВИРОБНИЦТВА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	38
3.1. Узагальнена оцінка впливу забруднюючих речовин на навколишнє середовище.....	38
3.2. Метод територіального розподілу важких металів в зоні впливу підприємства.....	41
3.3. Рекомендаційні заходи щодо моніторингу та зменшення впливу важких металів на прилеглих до виробництва територій.....	43
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СТАР-ТАП ПРОЕКТУ.....	45

4.1. Опис ідеї.....	45
4.2. Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї.....	46
ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51

ВСТУП

Сьогодні дуже актуальною є проблема забруднення навколишнього природного середовища викидами, що здійснюються підприємствами виробничого характеру.

Застосовуючи поступово різні методи та методики стає можливим визначення впливу певних забруднюючих речовин на конкретні компоненти.



Актуальність дослідження – проблема забруднення навколишнього природного середовища викидами від підприємств виробничого характеру, в тому числі й цементного виробництва, є дуже актуальною, тому й вивчення різних методик оцінки впливу даних підприємств на прилеглі до нього території є досить актуальним питанням.

Метою дослідження є – аналіз впливу важких металів на компоненти навколишнього природного середовища від підприємств цементного виробництва.

Об'єктом дослідження виступає процес забруднення навколишнього середовища важкими металами.

Спираючись на мету дослідження, завданнями є:

- встановлення залежності середовища впливу від потужності та характеру виробництва;
- проведення комплексної оцінки стану прилеглих територій поблизу цементного виробництва.

Науковою новизною є розроблення методики комплексної оцінки впливу забруднюючої речовин, яка допомагає визначитись із найуразливішим компонентом навколишнього середовища.

Практичною цінністю є те, що систему, яка допоможе визначати, які ж саме забруднюючі речовини на компоненти навколишнього середовища мають найбільший вплив, можна буде використовувати на підприємствах різних галузей виробництва.

РОЗДІЛ 1.

АНАЛІЗ ЦЕМЕНТНОГО ВИРОБНИЦТВА ЯК ПОТУЖНОГО ДЖЕРЕЛА АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Кожна країна, яка прагне постійно ставати кращою розвиває свою промислову діяльність, адже коли в країні відбувається безперервний виробничий процес, то це допомагає забезпечити державі економічну стабільність та задоволення потреб населення держави.

Поряд з цим місцезнаходження підприємств залежить від сировини в певному регіоні, природних умов місцевості, об'ємів споживчої аудиторії [1, с. 123-127].

Важливим аспектом в діяльності будь-якого підприємства є його екологічний вплив на екосистему, тобто на здатність підприємства зменшити негативний вплив промислової діяльності на екосистему.

Адже дивлячись на те, які технології та обладнання застосовується на підприємстві, воно може негативно впливати на атмосферне повітря, гідросферу, агросередовище.

Даний негативний вплив може бути від:

- викидів від спалювання компонентів сировини;
- шкідливих залишків у скидах стічних вод;
- осадів шкідливих речовин;
- накопичення промислових відходів.

Одним із найбільших промислових виробництв в Україні, яке дуже сильно забруднює навколишнє середовище, на сьогодні є цементна промисловість, так як при виробництві цементу відбувається викид твердих та газоподібних матеріалів, скид стічних вод після того, як певні процеси на даному виробництві пройдуть охолодження.

1.1 Вплив цементного виробництва на атмосферу

Як вже було зазначено раніше, при виробництві цементу в навколишнє природне середовище потрапляють тверді та газоподібні забруднюючі речовини, такі як:

- ✓ цементний пил;
- ✓ ртуть;
- ✓ сажа;

- ✓ сірчистий ангідрид;
- ✓ оксид азоту;
- ✓ різні вуглеводи;
- ✓ марганець;
- ✓ ванадій та інше.

Викиди у повітря на території Кривого Рогу, %

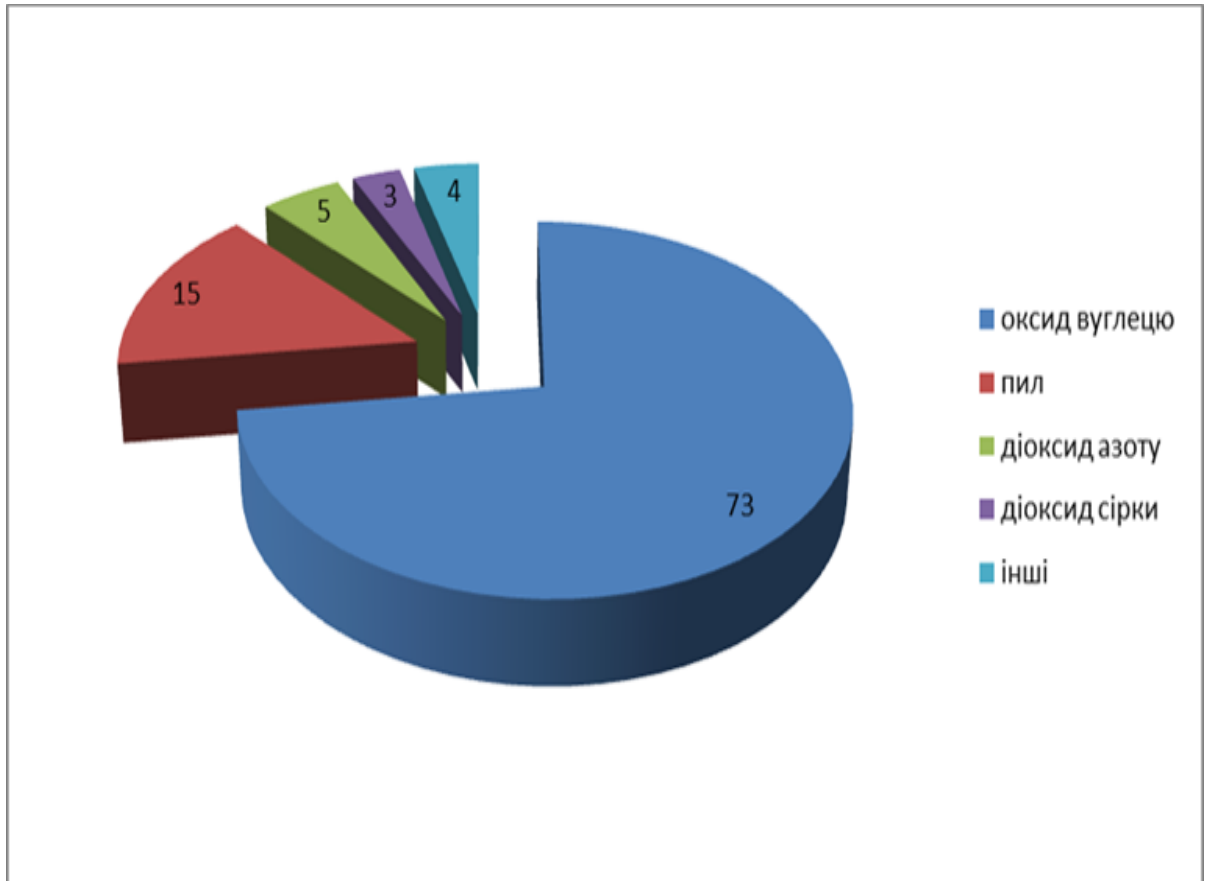


Рисунок 1.1 – Викиди у повітря

Коли в атмосфері велика концентрація ядер конденсації, тобто сторонніх часток, то відбувається підвищення хмарності, збільшується частота випадіння опадів та збільшується кількість і густина туманів.

Через стирання верхнього шару дорожнього покриття, який містить в собі: цинк, мідь, нікель, ванадій, молібден, свинець і хром, ці важкі метали надходять в атмосферу [4, 66-68].

1.2. Характеристика забруднень гідросфери на території досліджень

Через те що, на підприємствах відбуваються викиди в атмосферу, то відбувається забруднення й гідросфери, адже викиди накопичуються у водах та донних відкладах, і можуть таким чином згодом забруднити ґрунт.

До прикладу, двооксид сірки та окисли азоту, які можуть виділятися під час виробничої діяльності цементного підприємства, доходячи до атмосфери перетворюються в частки, які мають кислоту в собі. При реакції даних часток з водою в атмосфері, знижується рН дощової води.

Також дуже підвищена кислотність води надає воді властивості, які дають можливість краще розчиняти алюміній, кадмій, ртуть та свинець.

1.3. Аналіз забруднення ґрунтового середовища прилеглих територій

З основних проблем забруднення ґрунтів є саме важкі метали, які поступають на поверхню та в ґрунтові води.

Відходи з виробництва дуже негативним чином впливають на ґрунти, адже відбувається їх деградація, втрачається врожайність таких ґрунтів та культур, що там росте, знижується продуктивність лісових ресурсів, з часом з господарського землекористування вилучаються великі площі, і звичайно, стає гіршим санітарний стан навколишнього середовища.

Зважаючи на те, що кількість відходів виробництва з кожним роком все збільшується, то проблема їх утилізації буде тільки погіршуватись [5, с. 555-563].

1.4. Вплив забруднення на біоту

В результаті роботи цементного заводу забруднюючі речовини,

звичайно також попадають й у біосферу і мають вплив на всі живі організми.

Дія SO₂ на рослини. При попаданні сірчистого газу в клітку розпочинається токсичний вплив: зменшується активність ферментів, порушується реакція обміну речовин, змінюється структура органел, відбувається затримка розвитку та росту, і в першу чергу це стосується листків. З часом це призводить до гибелі клітини.

Оксиди азоту. Прямий вплив NO₂ на рослини можна спостерігати у виразі пожовтіння чи побуріння листків та голок, що відбувається із-за окислення хлорофілу. При цьому, в клітинах створюється азотиста кислота, яка має мутагенну дію.

Також дію оксиду азоту можна спостерігати через знебарвлення листків, в'янення квіток, припинення плодоношення та росту, це відбувається через те, що при розчиненні оксидів азоту відбувається утворення кислот в міжклітинній і внутрішньоклітинній рідинах.

Небезпека щодо ураження рослин оксидом азоту є тільки у великих промислових містах, де NO₂ знаходиться в концентрації 0,2 - 0,3 мг/м³.

Якщо ж говорити про **озон**, то він є ще більш токсичніший. Він є токсичним для рослин при концентрації 0,2 млн-1. Інколи, рослини, які є надто чутливими, після обробки озоном у концентрації 0,05 - 0,1 мг/м³ вже будуть проявляти ознаки гноблення, яка буде проявлятися у білій або ж коричневій крапчастості.

До того ж, озон може змінити структуру клітинних мембран, і як наслідок буде срібляста плямистість листя. Також можуть окислюватись пігменти і тому може пропасти забарвлення листків.

Якщо ж ми говоримо про вплив металів на популяцію певного виду організму, то токсикологічний ефект може бути іншим. При тому, що летальну або конкретну дозу, можливо визначити тільки для індивідуального організму, а для популяції є можливим визначення тільки інтервалу концентрації (доз).

На стійкість деяких особин в розрізі популяції спричинена певними

відмінностями: фізіологічними, віковими, поведінковими, та іншими. До прикладу, віковими відмінностями в абсорбції важких металів організмом людини відбуваються за рахунок більш активного метаболізму, а також того факту, що в молодому організмі їжа по кишечнику йде довше, а отже засвоює більше ртуті, ніж дорослі.

Популяція може виробляти додаткові механізми, які допоможуть стояти проти токсикантів. Це можна прослідкувати в популяції організмів, які мають короткий життєвий цикл.

Порівнюючи індивідуальний організм з популяцією, варто відмітити, що група популяцій має більшу стійкість, незважаючи на те, що вплив токсикантів дуже змінює певні характеристики спільноти.

1.5. Вплив забруднення на людину

Не менш важливим є той момент, що промислова діяльність цементного заводу має негативний вплив на організм людини.

До таких забруднюючих речовин, в першу чергу, варто віднести: вуглеводні, діоксид сірки, оксид вуглецю, оксиди азоту та сажу. Якщо говорити про те, як кожна із речовин впливає на організм людини, то за ступеню впливу їх розподіляють на чотири класи: надзвичайно небезпечні, високо небезпечні, помірно небезпечні, мало небезпечні.

Для кожного класу встановлено гранично припустимі концентрації:

- гранично припустиму концентрацію в робочій зоні ($ГДК_{рз}$);
- гранично припустиму середньодобову концентрацію в атмосфері населених місць ($ГДК_{сс}$);
- максимально разову гранично припустиму концентрацію в повітрі населених місць ($ГДК_{мр}$) [8, с. 88-96].

Оксид вуглецю (С) є прозорим газом, що є нерозчинним у воді, його відносять до 4 класу небезпеки. Часом його існування в атмосфері сягає від двох місяців до трьох років.

При потраплянні до організму людини через повітря, його поглинає кров та блокує здатність гемоглобіну постачати до організму кисень.

Діоксид азоту (NO_2) є газом червоно-бурого кольору, який у малих концентраціях не має запаху, добре розчиняється у воді, і відноситься до 2-го класу небезпеки.

Діоксид азоту може зруйнувати легеневу тканину, а також верхні дихальні шляхи. До того ж, отруєння організму людини відбувається поступово.

Сажа (С) зазвичай викликає негативні зміни у системі дихальних органів і є 3-м класом небезпеки. В тому випадку, коли тверді частки в просторі разом з оксидами сірки, то вплив на людину та її здоров'я стає ще небезпечнішим.

Діоксид сірки (SO_2) є безбарвним, що має різкий запах газу, і взаємодіючи із водою утворює сірчану кислоту, що відноситься до 3 класу небезпеки. Даний важкий метал порушує білковий обмін, вражає легені та верхні дихальні шляхи.

Науковці розподіляють всі механізми, яким саме чином важкі метали можуть потрапити в організм до людини та тварини: інгаляційний, пероральний та через шкірні покриви.

Вважається, що більш серйознішою дією важких металів для людини є вдихання пилу, особливо це стосується небезпечних частинок діаметром 0,1-1 мкм, які ефективно адсорбуються легенями.

Проте варто звернути увагу, що інгаляційне отруєння є досить рідким, а ось пероральне, тобто через їжу та воду, є дуже частим випадком.

Механізми токсичного впливу важких металів на організм людини все ще повністю не з'ясовані, проте мають певний характер.

Через іони металів відбувається стабілізація та активація великої кількості білків. Коли відбувається токсикоз, то між собою починають конкурувати потрібні та токсичні іони за привілювання місця з'ясування

в білках. Проте, на сьогоднішній день все ще остаточно не встановлено, які білкові макромолекули шкодять найбільше.

До прикладу, приблизно 90% свинцю знаходиться в кістках, але токсичність свинцю проявляється за рахунок решти 10%, що розподіляються в інших тканинах організму.

Негативний ефект:

- витіснення потрібних металів з їх активних місць зв'язування важкими металами;
- зв'язування частини макромолекули, що потрібна для нормальної життєдіяльності організму;
- зшивання макромолекул з утворенням біологічних агрегатів, які шкодять організму;
- деполімеризація біологічно важливих макромолекул;
- неправильне спарювання підстав нуклеотидів і помилок в процесах білкового синтезу.

Після впливу важких металів на організм відбувається порушення функціонування ряду життєво важливих систем людини і ініціювання небажаних процесів.

Зменшення швидкості роботи ферментів відбувається за трьома можливими механізмами:

1. коли метал взаємодіє з сульфгідрильними групами (SH) білкових молекул, і як наслідок відбувається заміщення в складі ферменту необхідного металу;
2. коли метал має вплив на структуру та функції багатьох клітинних органел;
3. деякі ж метали можуть дати старт розвитку ракових пухлин в людини та тварин.

Дуже часто саме нервова система стає мішенню для важких металів, в першу чергу для органо-мінеральних сполук. Так, наприклад, метилртуть швидко та легко проникає через кров до нервових тканин. Проте наприклад

неорганічна ртуть добре розчиняється у воді, і тому зазвичай її головною ціллю є нирки.

Якщо ж говорити про органи дихання, то вони стають ціллю для важких металів при вдиханні парів. Пари можуть викликати подразнення та запалення дихального тракту, в той час як постійний, хронічний вплив даних металів може викликати ракову пухлину.

Також не менш важливим є те, що важкими металами можна викликати дисфункцію чоловічих та жіночих репродуктивних органів, через вплив на нейроендокринну та гормональну системи.

Варто звернути увагу на той момент, що досить часто беруться до уваги тільки гостри види токсичності, які мають летальний ефект, проте систематичний, хронічний вплив інколи буде нести більшу шкоду.

Через хронічний вплив важких металів, можуть в організмі людини чи тварини відбуватись наступні зміни:

- морфологічні;
- швидкості росту організмів, їх статевого розвитку та розмноження;
- зниження можливості рятуватись від хижаків чи ефективно конкурувати з іншими організмами;
- генетичні модифікації.

РОЗДІЛ 2.

КОМПЛЕКСНА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗАБРУДНЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Як вже було встановлено в результаті аналізу, цементний завод має негативний вплив на всі елементи навколишнього середовища.

Поетапно оцінимо ряд факторів, які стануть ключовими в підході комплексної оцінки:

- ✓ На першому етапі відбувається аналіз типових джерел

небезпечних речовин, що виділяються при цементному виробництві; на цьому ж етапі визначаються найбільш інтенсивні джерела викидів.

- ✓ На другому етапі проводиться аналіз речовин, що забруднюють середовище та визначається наймасованіші з них, що відбувається на основі розрахунку валових викидів забруднюючих речовин з найінтенсивніших джерел викиду.
- ✓ Третій рівень допомагає проаналізувати витрати підприємства на підняття екології та зменшення наслідків забруднення від найбільш небезпечних речовин.
- ✓ На четвертому рівні відбувається оцінка впливів забруднюючої речовини на навколишнє середовище.
- ✓ П'ятий етап визначає сферу найбільшого впливу забруднюючої речовини, та оцінка ризиків небезпек.
- ✓ Шостий етап обґрунтовує залежність забруднення навколишнього середовища саме від впливу даного цементного підприємства.

2.1. Аналіз джерел викидів забруднюючих речовин під час виробництва цементу

Розглянемо виробничий майданчик підприємства ПрАТ «Кривий Ріг Цемент», що входить до складу Групи HeidelbergCement [9].

Дане підприємство розташоване за юридичною адресою: 49044, Україна, Дніпропетровська обл., Рівненський район, м. Дніпро, вул. Барикадна, 15А [10, ел. джерело].

В межах даного підприємства немає житлових забудов.

В даному типі цементного виробництва встановлено санітарно-захисну зону, - складає 1000 м.

Розберемо детальніше джерела викидів на кожному із структурних елементів підприємства.

Виробничий цех:

І першим джерелом викиду тут є випалювальна обертова піч, а саме холодна частина печі.

Виникнення забруднюючих речовин відбувається при транспортуванні та перемелюванні сировини, якщо ж говорити про розпалювальний період, то ще й при обпалюванні клінкеру.

Другим джерелом викиду є холодильник клінкеру. Пил цементного виробництва тут з'являється і відводиться під час охолодження гарячого клінкеру на решітці, завдяки атмосферному повітрю, що нагріваються вентиляторами.

Джерелами викидів №3, №4, №5 є силоси сировинної суміші №1-3. На цьому етапі відбувається забруднення середовища.

Джерелами викидів №10, №12, №13 є технологічне обладнання дозувального блоку. Сюди відносяться: конвеєри, силоси, живильники силосів, дозатори силосів. На даному етапі забруднення відбувається від транспортування, перевантаження матеріалів, а також їх змішуванні на конвеєрі.

Склад пилу, викид якого відбувається, залежить від типу матеріалів, що оброблюються. Так наприклад, від аспіраційної системи, яка обслуговує обладнання, що призначені для дозування гранульованого шлаку, в атмосферу потрапляє неорганічний пил, що містить в собі двоокис кремнію 20-70%.

Якщо ж ми говоримо про систему, що обслуговує обладнання для обробки глини, то в такому випадку в атмосферне повітря потрапляє вугільна зола та неорганічний пил, що містить двоокис кремнію 20-70%.

Говорячи про 16 джерело викиду, а саме про елеватор сировинної муки, варто зазначити, що виділяється неорганічний пил, що містить двоокис кремнію нижче 20%, а утворюється та відводяться він при

транспортуванні сировинної муки.

Наступним джерелом викиду є об'єднаний склад, на якому в повітря виділяється неорганічний пил, що містить двоокис кремнію 20-70%.

Джерелом викиду №75 є склад клінкеру №1, із-за якого в повітря потрапляє пил від цементного виробництва.

Говорячи про джерело №103, яким є склад клінкеру №2, варто зазначити, що із-за нього в повітря виділяється пил цементного виробництва.

Варто зазначити, що виробничий цех, як елемент основного виробництва, містить і вугільнопомольне відділення, яке несе в собі джерела викидів вугільного пилу.

Джерелом викидів №60, №61 є відкритий та резервний склад вугілля, які виділяють речовини при перевантажуванні та зберіганні вугілля. Із-за даного складу, в атмосферне повітря виділяється пил вугільного концентрату.

Джерелом викиду №66 є силос меленого вугілля, який направлений на те, аби відводити пилогазоповітряну суміш від силосу меленого вугілля. Пил вугільного концентрату тут утворюється і відводиться під час завантаження та зберігання меленого вугілля в силосі.

2.2. Аналіз забруднюючих речовин що надходять до навколишнього середовища від найпотужніших джерел викиду

Таблиця 2.2 — Перелік забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від джерела забруднення № 14, сушильного барабана №5

№	Назва забруднюючої речовини	ГДК с. д. мг/м ³	ГДК м. р. мг/м ³	Максимально разовий викид,г/с	Валовий викид речовини т/рік
1	Пил неорганічний: 70-20%	0,1	0,3	0,76	1,71

2	Азот (IV) оксид (азоту діоксид)	0,04	0,2	0,11	2,95
3	Сірка діоксид (ангідрид сірчистий)	0,05	0,5	0,86	22,38
4	Вуглецю оксид	3	5	0,27	6,99

1. Розрахунок оксиду вуглецю на одиницю часу (т/рік) здійснюється за формулою:

$$M_{CO} = 0,001 \cdot C_{CO} \cdot V \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right),$$

$$M_{CO} = 0,001 \cdot 8,95 \cdot 3000 \cdot \left(1 - \frac{0}{100}\right) = 26,55 \text{ т/рік} \quad (2.1)$$

де C_{CO} – вихід оксиду вуглецю при спалюванні палива (кг/тис. м³ палива);

V – витрата палива 3000 тис. м³/рік,

$$C_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Q_H^P = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 35,8 = 8,95$$

(2.2)

де:

R – коефіцієнт, який враховує частку втрати теплоти внаслідок хімічної неповноти згорання палива, зумовленої наявністю в продуктах оксиду вуглецю. Для природного газу = 0,5;

q_3 – витрати тепла через неповне згорання палива (0,5%);

q_4 – втрати теплоти внаслідок механічної неповноти згорання палива;

Q_H^P – нижча теплота згорання натурального палива (35,8 МДж/м³) (0%) [12].

Максимально-разовий викид оксиду вуглецю розраховується за

формулою:

$$G_{CO} = \frac{M_{CO} \cdot 10^6}{N \cdot 12 \cdot 3600} = \frac{26,55 \cdot 10^6}{300 \cdot 12 \cdot 3600} = 2,05 \text{ Г/с} \quad (2.3)$$

де N - кількість робочих днів у році, коли працює барабанна сушилка.

2. Розрахунок валового викиду оксиду азоту (IV), що викидаються за одиницю часу (т/рік), розраховується за формулою:

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot K_{NO_2} \cdot B \cdot Q_H^P \quad (1 - \beta) \quad (2.4)$$

де K_{NO_2} – параметр, що характеризує кількість оксидів азоту, що утворюються на 1 ГДж тепла (0,08 кг/ГДж);

B – витрата натурального палива за розглянутий період часу (3000 тис. м³/рік);

β – коефіцієнт, що залежить від ступеня зниження викидів оксидів азоту в результаті застосування технічних рішень, засоби очищення викидів дорівнює нулю;

Q_H^P – нижча теплота згорання натурального палива (35,8 МДж/м³).

Значення валового викиду оксиду азоту (IV) до очистки розраховуємо за формулою (2.3):

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot 0,08 \cdot 3000 \cdot 35,8 = 8,592 \text{ т/рік.}$$

Проаналізувавши світові тенденції та конструктивні рішення, ми запропонували типовий розрахунок викидів забруднюючих речовин до очищення та вже після очищення циклоном, довівши небезпечність

речовини.

Розрахунок максимально-разового викиду оксиду азоту (IV) до очистки у циклоні (формула 2.3):

$$G_{NO_2} = \frac{M_{NO_2} \cdot 10^6}{N \cdot 12 \cdot 3600} = \frac{8,592 \cdot 10^6}{300 \cdot 12 \cdot 3600} = 0,66 \text{ г/с.}$$

Розрахунок валових викидів діоксиду азоту після очистки виконується по формулі:

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot 0,08 \cdot 3000 \cdot 35,8 \cdot \left(\frac{100 - 80,29}{100}\right) = 1,71 \text{ т/рік.} \quad (2.5)$$

Відповідно, максимально-разовий викид, після очистки у циклоні за формулою (2.3):

$$G_{NO_2} = \frac{M_{NO_2} \cdot 10^6}{N \cdot 12 \cdot 3600} = \frac{1,71 \cdot 10^6}{300 \cdot 12 \cdot 3600} = 0,13 \text{ г/с.} \quad (2.6)$$

3. Максимально-разові викиди пилу неорганічного до очищення у циклоні розраховується по формулі:

$$G_{д.о} (20 - 70\% \text{ SiO}_2) = C_{п} \cdot V = 145,0 \cdot 3,0 = 435 \text{ г/с,}$$

де $V = 3,0$ – об'єм газів, що відходять, $\text{м}^3/\text{с}$;

$C_{п} = 145,0$ – концентрація пилу, що надходить на очищення, $\text{г}/\text{м}^3$.

Валові викиди пилу неорганічного до очищення у циклоні становитиме:

$$M_{\text{д.о}} (20 - 70\% \text{ SiO}_2) = 3600 \cdot 10^6 \cdot G_{\text{д.о}} \cdot 3600 = 3600 \cdot 10^6 \cdot 435 \cdot 3600 = 563,76$$

т/рік.

(2.7)

Максимально-разові викиди пилу неорганічного після очищення розраховується по формулі [12, с. 61-64]:

$$G_{\text{п.о}} (20 - 70\% \text{ SiO}_2) = C_{\text{п}} \cdot V \cdot \frac{100 - K}{100} = 145,0 \cdot 3,0 \cdot \frac{100 - 80,29}{100} = 8,7 \text{ г/с,}$$

(2.8)

де: $K = 80,29$ – коефіцієнт очищення пилогазової суміші, %;

$V = 3,0$ – об'єм газів, що відходять, $\text{м}^3/\text{с}$;

$C_{\text{п}} = 145,0$ – концентрація пилу, що надходить на очищення, $\text{г}/\text{м}^3$.

Відповідно, валові викиди після очищення (формула 2.7):

$$M_{\text{п.о}} (20 - 70\% \text{ SiO}_2) = 3600 \cdot 10^{-6} \cdot G_{\text{п.о}} \cdot 3600 = 3600 \cdot 10^{-6} \cdot 0,27 \cdot 3600 =$$

112,75 т/рік.

4. Максимально-разові викиди ангідриду сірчистого до очищення розраховується за формулою () :

$$G_{\text{д.о}} = C_{\text{SO}_2} \cdot V = 38,0 \cdot 3,0 = 114 \text{ г/с,}$$

де $V = 3,0$ – об'єм газів, що відходять, $\text{м}^3/\text{с}$;

$C_{\text{SO}_2} = 38,0$ – концентрація діоксиду сірки, що надходить на очищення, $\text{г}/\text{м}^3$.

За формулою (2.7) валовий викид до очищення становитиме:

$$M_{д.о}(\text{SO}_2) = 3600 \cdot 10^{-6} \cdot G_{п.о} \cdot T = 3600 \cdot 10^{-6} \cdot 114 \cdot 3600 = 1477,44 \text{ т/рік.}$$

Максимально-разові викиди діоксиду сірки після очищення розраховується за формулою (2.8).

$$G_{п.о}(\text{SiO}_2) = C_{п} \cdot V \cdot \frac{100 - K}{100} = 38,0 \cdot 3,0 \cdot \frac{100 - 80,29}{100} = 2,3 \text{ г/с,}$$

де $C_{п} = 38,0$ – концентрація пилу, що надходить на очищення, г/м^3 ;

$V = 3,0$ – об'єм газів, що відходять, $\text{м}^3/\text{с}$;

де $K = 80,29$ – коефіцієнт очищення пилогазової суміші, %.

Відповідно, валові викиди після очищення розраховуються за формулою 2.7:

$$M_{п.о}(\text{SiO}_2) = 3600 \cdot 10^{-6} \cdot G_{п.о} \cdot T = 3600 \cdot 10^{-6} \cdot 2,3 \cdot 3600 = 29,8 \text{ т/рік.}$$

Отже, аналізуючи таблицю 2.4 найбільший валовий викид складає неорганічний пил (112,75 т/рік) в порівнянні із іншими речовинами, а також має найбільший разовий викид (8.7 г/с), навіть коли використовувались очисні методи.

Задля того аби визначити найбільш динамічний показник забруднення, ми змоделювали кількісну оцінку як впливають забруднюючі речовини впродовж певного часу.

Для цього нами буде проаналізовано динаміку викидів підприємств, і

завдяки даним державної статистики відповідно до форми 2-ТП «Повітря» розглянемо період з 2019 по 2021 р.р. (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Валовий викид ЗР за період 2019-2021 р.р.

Назва речовини	Валовий викид, т/рік														
	сірки двоокис					окис вуглецю					пил неорганічний				
Рік	2011	2012	2013	2014	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
ВАТ «Балцем»	47,8	47,4	48,25	48,3	49,1	31,3	42	42,1	42,8	42,99	204,4	215,5	216,5	218	223,21
ВАТ «Подільський цемент»	37,8	37,9	37,95	39,3	39,4	35,6	34,3	32,1	32,1	32,2	198,2	199	200,1	201,1	201,2
ВАТ «Миколаївцемент»	31,6	32,9	30,1	32,2	31,5	29,8	29,74	29	29,1	29,1	153,1	164	165	165,1	165,1
ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	27,8	27,9	27,95	28,3	29,8	21,3	21,4	22,1	22	22,38	105,3	108,4	110,5	112	112,75
ВАТ «Дніпроцемент»	25,1	25,2	25,5	24,3	24,3	17,3	18,4	18,2	18,2	18,33	97	98	99	101,12	101,22

Проаналізувавши таблиці 2.5 було чітко визначено, що неорганічний пил є найбільш забруднюючою речовиною, спираючись на показники валового викиду підприємств цементної промисловості.

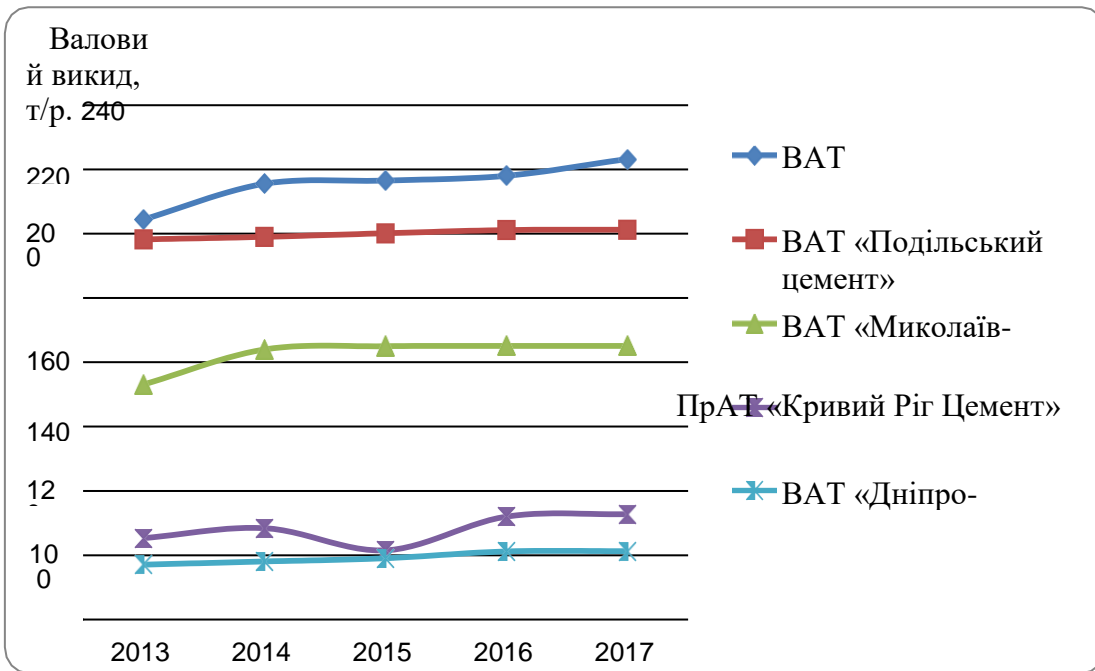


Рисунок 2.3 – Динаміка росту викидів пилу з підприємств цементної промисловості

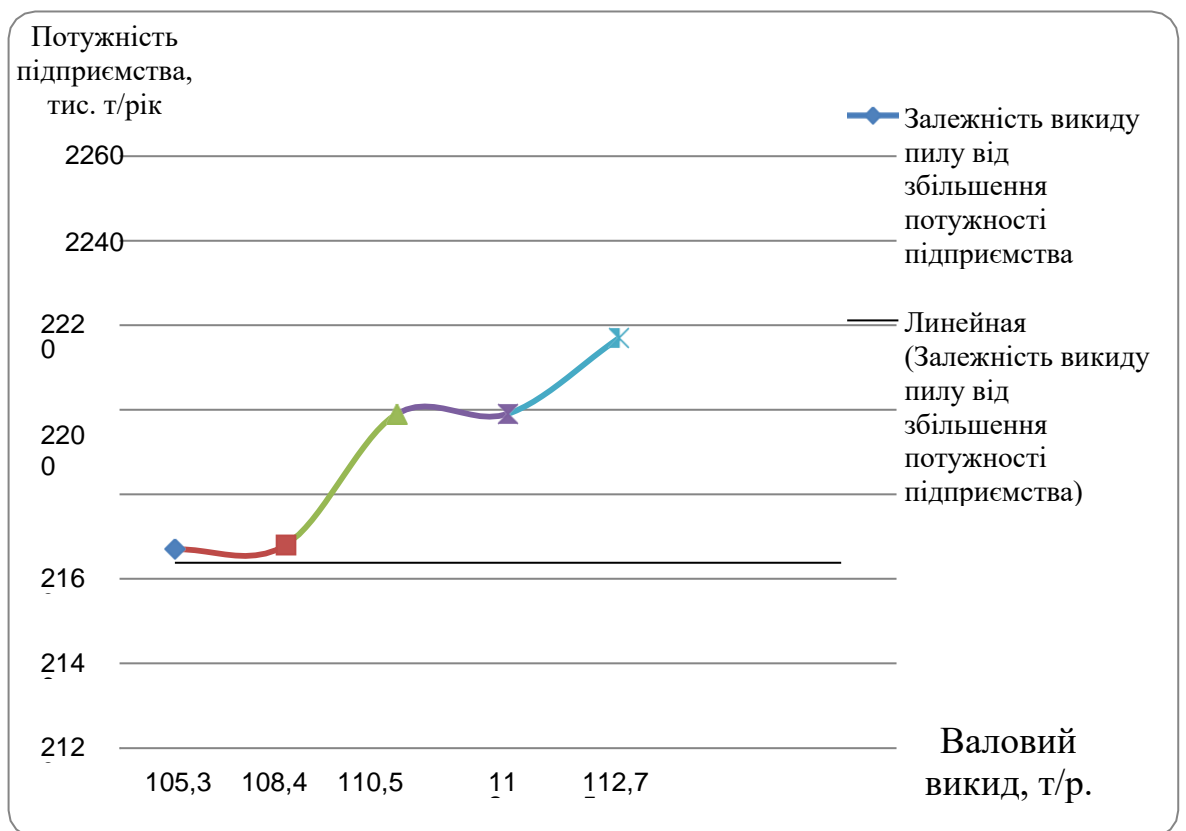


Рисунок 2.4 – Залежність викидів цементного пилу від потужності підприємства ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»

Спираючись на таблицю 2.5. можна встановити, що найбільш об'ємною серед забруднюючих речовин є неорганічний пил, оксиди вуглецю та азот, так як вони супроводжують діяльність підприємства на більшості етапах виробництва.

Якщо ж говорити про найбільше джерело викиду з точки зору концентрації забруднюючих речовин, то проаналізувавши таблицю 2.1. варто наголосити, що це сушильний барабан.

Пропонуємо проаналізувати можливість зменшити кількість викидів на промисловому виробництві саме сушильним барабаном задля того, аби виділити основну забруднюючу речовину, що стане найбільш об'ємною частиною викидів.

2.3. Аналіз витрат підприємств на екологізацію та зменшення наслідків забруднення

Кожен рік підприємства, що займаються цементною галуззю покращують екологічний рівень безпеки на підприємстві, витрачаючи на це чималі кошти. Також підприємства турбуються про зменшення кількості наслідків від шкідливої виробничої діяльності підприємства.

Нами було розглянуто звітності підприємств цементної галузі, і на підставі цього складено таблицю, яка закріплює витрати підприємств на природоохоронні заходи (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 – Відсоток витрат підприємств на природоохоронні заходи

Назва речовини	Відсоток витрат , %															
	Атмосфера					Гідросфера					агросередовище					
Рік	2011	2012	2013	2014	2017	2010	2014	2015	2016	2017	2010	2011	2012	2015	2016	2017
	1	2	3	4	7	0	4	5	0	0	0	0	0	5	0	7
						1			1	1	1	1		1		
						3			6	7	3	4		6		

ВАТ «Балцем»	40	40	16	15	15	30	10	21	7	5	40	50	63	78	80
ВАТ «Подільський цемент»	60	55	55	55	55	9	2	2	1	2	31	42	43	44	43
ВАТ «Миколаїв-цемент»	30	30	29	28	19	45	40	41	42	50	25	30	30	30	31
ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	40	30	30	15	18	20	27	35	15	21	40	43	45	60	61
ВАТ «Дніпроцемент»	20	20	15	15	15	10	10	10	10	5	70	70	65	75	80

Таким чином було вивчено відсоток витрат підприємств, що направлені на те, аби зменшувати викиди забруднюючих речовин в навколишнє природнє середовище, було відзначено, що з кожним роком підприємства тільки збільшують відсотки витрат на те, аби зменшувати наслідки від забруднення ґрунтів та в цілому підвищити екологію агросередовища.

2.4. Модель оцінки визначення найбільш небезпечного середовища концентрації важких металів.

Проаналізувавши джерела забруднення при цементному виробництві, забруднюючі речовини, витрати підприємства, які воно витрачає для того аби зменшити наслідки антропогенного впливу на навколишнє середовище, було визначено, найбільш значним у своїй кількості та витратності для підприємств цементної галузі є вплив важких металів.

Для визначення середовища що зазнає найбільшого впливу використаємо формулу 2.9:

$$S = S_{\max} * 100 / (S_1 + S_2 + S_3), \quad (2.9)$$

де S_{\max} – середовище з найбільшою кількістю вразливих компонентів

$$S_1 =$$

$$\sum_{i=1}^{A=N} A_j;$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^{B=N} B_j;$$

$$S_3 =$$

$$\sum_{i=1}^{C=N} C_j;$$

В ході розрахунку отримали:

$$S_1 = 11, S_2 = 19, S_3 = 7.$$

$$S_{\max} = S_2 = 19.$$

$$S = 52\%$$

Побудуємо залежність впливу важких металів на середовище концентрації (рис. 2.5).

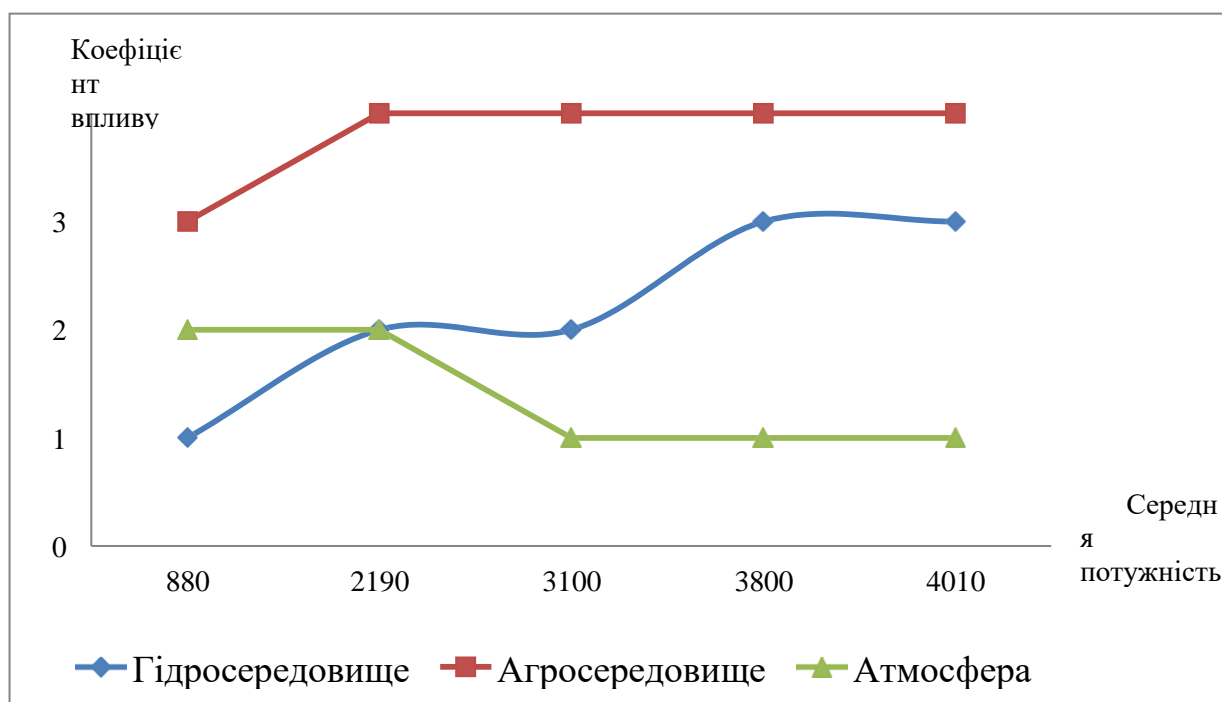


Рисунок 2.5 – Залежність впливу важких металів від потужності виробництва

Отже, проаналізувавши всі вищезначені потужності виробництва та зробивши комплексну оцінку того, як саме воно впливає на навколишнє природне середовище, варто відмітити, що збільшуючі потужності цементні підприємства більшим чином впливають на агросередовище - 52%.

РОЗДІЛ 3.

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ВИКИДІВ ТА НЕБЕЗПЕК ЦЕМЕНТНОГО ВИРОБНИЦТВА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Цементне виробництво є тим, яке на сьогоднішній день розвивається чи не найдинамічніше, і є одним з найоб'ємніших, якщо розглядати з точки зору забруднення екології, якщо порівнювати інші галузі в Україні.

Так як цементні підприємства мають систематичний безперервний антропогенний вплив, то навколишнє середовище страждає з кожним роком все більше, адже вплив цей зазвичай – негативний.

Приходько В. Р., Клименко М. О., Борщівської М. І. в своїх дослідженнях запропонували певні оцінки впливу забруднюючих речовин на навколишнє середовище.

Так Приходько В. Р. своїми розрахунками підтвердив різність впливу хімічних речовин на атмосферу, в залежності від того, де саме розташовано підприємство [14, с. 77-80].

В той час як Борщівська М. І. звертає увагу на вплив важких металів на флору та фауну [15, с.22-26].

3.1 Узагальнена оцінка впливу забруднюючих речовин на навколишнє середовище

Провівши аналіз праць всіх науковців варто поєднати індекси в єдину систему коефіцієнтів та порівняти їх значення, що надасть змогу підтвердити дослідження розділу 2 даної роботи – комплексну оцінку впливу забруднюючих речовин на навколишнє середовище.

Коефіцієнти	$S_{вод}$ и	$S_{грунт}$ в	$S_{повітря}$	$S_{ф}$
Джерела				

виділення				
ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	0,3	0,9	0,31	0,109
ВАТ «Балцем»	0,8	1	0,15	0,16
ВАТ «Подільський цемент»	0,31	0,92	0,14	0,12
ВАТ «Миколаївцемент»	0,79	0,96	0,145	0,13
ВАТ «Дніпроцемент»	0,17	0,81	0,33	0,08

Таблиця 3.2 – Розрахунок небезпек для усіх компонентів
навколишнього середовища

Проаналізувавши середні значення усіх коефіцієнтів маємо:

$$S_{\text{води сер}} = 0,474;$$

$$S_{\text{грунтів сер}} = 0,918;$$

$$S_{\text{повітря сер}} = 0,215;$$

$$S_{\text{ф сер}} = 0,1198;$$

$$S = 1.7268 = 100\%;$$

$$S_{\text{води сер}} = 27\%;$$

$$S_{\text{грунтів сер}} = 53\%;$$

$$S_{\text{повітря сер}} = 13\%;$$

$$S_{\text{ф сер}} = 7\%$$

3.2. Метод територіального розподілу важких металів в зоні впливу підприємства

Нами було встановлено, що найбільше в екосистемі від цементного

виробництва страждає агросередовище.

Накопичення важких металів у ґрунтах є також причиною зменшення об'єму врожаю сільськогосподарських культур, а також зменшення росту продукції рослинного типу, що підтверджується великою кількістю експериментальних досліджень.

Також, не менш важливим є той фактор, що із-за негативного впливу цементного виробництва на ґрунти зменшується різноманіття флори в зоні, на яку мають вплив цементні виробництва.

3.3. Рекомендаційні заходи щодо моніторингу та зменшення впливу важких металів на прилеглих до виробництва територіях

Потрапляючи в повітря разом з викидами цементного підприємства, важкі метали токсично впливають та є небезпекою не тільки для наволишнього природного середовища, а ще й для населення даного регіону, в першу чергу. Важкі метали можуть призвести до наступних хвороб: спадкові, онкологічні захворювання, гострі отруєння, психоневрологічні розлади, тощо [19, с. 400-404].

Через викиди цементними підприємствами під час виробництва відбувається викид важких металів, які зазвичай перевищують всі гранично-допустимі норми: мідь, ртуть, свинець.

Пропонуємо розглянути два інсуючі варіанти зменшення забруднення навколишнього середовища від важких металів.

Перший це зменшити частку потрапляння токсикантів в агросередовища.

Також дуже актуальним буде метод, який знизить потік токсичних елементів, що пов'язані з транспортними та промисловими джерелами надходження важких металів в екосистему. Однак, даний метод передбачає

зміни технологій виробництв, тому вважається об'ємним та вартісним.

Другим напрямком є мінімізація вже існуючого забруднення. Тобто йде мова про виведення важких металів з ґрунту або пов'язування їх у нерозчинні (недоступні елементам флори) з'єднання.

Внесення органічних добрив, природних та штучних сорбентів, вапнування є способами підвищення звязуваності токсикантів за допомогою агромеліорації та ряду агрохімічних впливів.

Проте, звертаємо увагу, що більш ефективно звичайно є саме усунення джерела забруднення, а не мінімізація в процесі. Якщо ми говоримо про міста та регіони, які є досить промисловими, то цей варіант стає зовсім неможливим, так як там великий негативний вплив шкідливих речовин під час викидів.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ

4.1. Опис ідеї.

Основною ідеєю стартап проекту є впровадження комплексної оцінки впливу забруднюючих речовин (важких металів) на середовища прилеглих до виробництва територій.

Можливість застосування такої методики значно зекономить витрати підприємства на природоохоронні заходи та дозволить раціонально розподіляти кошти на впровадження заходів екологізації.

4.2. Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї

Визначення перелік сильних (S), слабких (W) та нейтральних (N) характеристик запропонованої ідеї для формування поняття про її конкурентоспроможність (табл. 4.2.) [3].

Таблиця 4.2 – Аналіз потенційних переваг

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	Мій проєкт	Конкурент 1 Екологічний моніторинг	Конкурент 2 Екологічний аудит	Сильна сторона (S)	Слабка сторона (W)	Нейтральна сторона (N)
1.	Швидкість	5	4	3	+		
2.	Витрати	5	4	5	+		
3.	Ємність	5	5	5	+		
4.	Доступність	4	4	2			+
5.	Точність	3	5	5		+	

Виходячи з проведеного аналізу можна сказати що запропонована модель оцінки має найбільші конкурентні переваги, такі як швидкість, економічність,

та обґрунтована об'ємність опрацьованих результатів та чинників впливу.

ВИСНОВКИ

Отже, в даній дипломній роботі нами було проведено аналіз

навколишнього природного середовища біля територій виробництва цементної промисловості, було встановлено, який вплив мають забруднюючі речовини на різне середовище: атмосферне, гідросферне та біологічне, і було розроблено стартап-проект.

Під час роботи ми опрацювали дані після викиду всіх найпопулярніших забруднюючих речовин при виробництві на цементному підприємстві. Було встановлено, що найоб'ємнішою забруднюючою речовиною при викиді даними підприємствами є валовий викид пилу. А також було встановлено, яка існує залежність викидів важких металів в залежності від того, як зростають потужності підприємства.

При опрацюванні даної роботи було розроблено комплексну оцінку забруднення шкідливими речовинами під час цементного виробництва, а також було визначено найбільш вразливі компоненти екологічної системи. Згідно із наших розрахунків, було встановлено, що для виробництв цементної промисловості найбільш екологічно вразливим є агросередовище.

Керуючись експериментальною роботою та розрахунками, було встановлено та підтверджено достовірність раніше запропонованої нами методики і визначено, що 53% частки забруднюючих речовин від цементного виробництва припадають саме на агросередовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тимонин А. С. Інженерно-екологічний довідник в трьох томах. – Калуга,

2003. – 198 с.
2. Шаповал С. В. Виробнича база будівництва: Конспект лекцій. – Харків, 2013. – 83 с.
 3. Ветошкін А. Г. Процеси інженерного захисту оточуючого середовища. – Пенза, 2004. – 325 с.
 4. Лук'янихін В. О., Зубко К. Ю. Еколого-економічний вплив на довкілля використання природних і штучних матеріалів у будівництві. Економіка будівництва і міського господарства. – Київ: Наука, 2011. – 172 с.
 5. Пушкарьова К. К., Кривенко П. В., Барановський В. Б. Будівельнематеріалознавство. – Львів, 2006. – 704 с.
 6. Майорський А. Р., Шкляр Л. Б. Екологічний паспорт цементних заводів. – Одеса, 1990 – 61 с.
 7. Vesilind P., Peirce J., Weiner R. Environmental engineering. –Newten, 1994. – 628 p. 256 с.
 8. Долина Л. Ф. Технологія для будівельників. – Дніпропетровськ, 2006.
 10. Башинська Р. М. Вплив цементного виробництва на навколишнє середовище. URL:<http://crh.lestrotest.com/> (дата звернення: 01.05.2024).
 11. Романець О. М. Екологія цементного виробництва. URL:<https://www.heidelbergcement.ua/uk/hcu> (дата звернення 01.05.2024).
 12. Волошина О. П. Екологічний паспорт ТОВ «ЕКОСОЛ-Проект». – Одеса, 2017 – 80 с.
 13. Крусір Г. В., Хрещеників І. С., Соколова І. Ф. Індексна оцінка екологічної небезпеки виноробних підприємств. – Київ, 2013. – 96. с.
 14. Узунова Г. Д., Приходько В. Ю., Удосконалення методики комплексної оцінки впливу підприємств на навколишнє середовище.Ефективне функціонування екологічно стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний і економічний аспекти. – Полтава. 2018. – 37 с.
 - 15.Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Одеській області за 2017. URL:<http://www.menr.gov.ua/docs/activitydopovidi/>

- regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2014-rotsi/odesska_2017.pdf (дата звернення: 03.05.2024).
16. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Миколаївській області за 2017. URL:http://www.menr.gov.ua/docs/activitydopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2014-rotsi/mykolaiev_2017.pdf (дата звернення: 03.05.2024).
 17. Борщевська І. М. Оцінка стану агросфери у зоні впливу ПрАТ «Кривий Ріг Цемент». – Київ, 2009 – 44 с.
 18. Мельник Л. К. Інструменти екологічно зорієнтованого управління підприємством. — 2013. – 95 с.
 19. [URL:http://www.menr.gov.ua/docs/activitydopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2014-rotsi/odesska_2017.pdf](http://www.menr.gov.ua/docs/activitydopovidi/regionalni/rehionalni-dopovidi-u-2014-rotsi/odesska_2017.pdf)
 20. Мельник Л. К. Інструменти екологічно зорієнтованого управління підприємством. – 2018. – 95 с.
 21. Розроблення стартап-проекту [Екологічний ресурс]: Методичні рекомендації для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. А. О. Гавриша. – Київ: НТУУ «КПІ», - 2016. – 28 с.