

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 101 «Екологія»

Тема роботи:” Оцінка впливу антропогенної діяльності на компоненти екосистеми за допомогою біоіндикації”

Виконав:
Бойко Сергій Анатолійович

Керівник:
доцент Черниш Єлизавета
Юріївна

Залікова книжка
№ 19510006

Підпис: _____
дата, підпис

Підпис: _____

Консультант з охорони праці:
доцент Васькін Р.А.

Підпис: _____
дата, підпис

Захищена з оцінкою

оцінка, дата

секретар ЕК
старший викладач Батальцев Є.В.

Суми 2023

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ ____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студентові _____ Бойко Сергію Анатолійовичу Група ОС-91/1

1. Тема кваліфікаційної роботи: ” Оцінка впливу антропогенної діяльності на компоненти екосистеми за допомогою біоіндикації”
2. Вихідні дані: дані з наукометричної бази даних Scopus та вітчизняних фахових видань, патенти, державні екологічні нормативи.
3. Перелік обов’язкового графічного матеріалу:
 1. Біоіндикація: оцінка впливу антропогенної діяльності на екосистему
 2. Вплив антропогенної діяльності на компоненти екосистеми
 3. Економічна ефективність використання біоіндикації як експрес-оцінки стану компонентів довкілля.
 4. Інструменти/методи моніторингу довкілля
 5. Основні переваги застосування біоіндикації для підприємств
4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

| № | Етапи і розділи проектування | ТИЖНІ | | | | | |
|---|--|-------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Літературний огляд | + | + | | | | |
| 2 | Аналіз проблеми | | | + | | | |
| 3 | Оброблення результатів | | | | + | | |
| 4 | Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях | | | | | + | |
| 5 | Оформлення роботи | | | | | | + |

Дата видачі завдання 30.03.2023р.

Керівник _____

доцент Черниш Є.Ю.

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра.

Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 44 найменувань. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 53 сторінки, у тому числі перелік джерел посилання – 4 сторінок.

Мета роботи - оцінка впливу антропогенної діяльності на компоненти екосистеми за допомогою біоіндикації та визначення економічної ефективності використання цього методу в діяльності підприємств.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Оглянути проблеми антропогенного забруднення довкілля.
2. Розглянути методи оцінювання забруднення довкілля через біоіндикацію:
3. Проаналізувати витрати на біоіндикацію порівняно з іншими методами оцінки довкілля,
4. Дослідити законодавчі та нормативні вимоги щодо охорони праці під час біоіндикації,

Об'єкт дослідження — компоненти екосистеми, які піддаються впливу антропогенної діяльності, включаючи повітря, ґрунти та водні ресурси.

Предмет дослідження — оцінка впливу антропогенної діяльності на екосистему та економічна ефективність біоіндикації.

У кваліфікаційній роботі досліджено забруднення довкілля через антропогенну діяльність. Вивчено методи оцінки забруднення за станом біоти. Досліджено ефективність біоіндикації для швидкої оцінки довкілля. Розроблено схему оцінки забруднення екосистеми з використанням геоінформаційних систем. Біоіндикація - швидкий і ефективний метод з меншими витратами.

Ключові слова: БІОІНДИКАЦІЯ, АНТРОПОГЕННА ДІЯЛЬНІСТЬ, БІОІНДИКАТОРИ, ЕКОСИСТЕМА.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 6 |
| Розділ 1. Огляд проблематики забруднення довкілля в процесі антропогенної діяльності | |
| 1.1 Забруднення атмосферного повітря..... | 9 |
| 1.2 Забруднення ґрунтів..... | 10 |
| 1.3 Забруднення водних ресурсів..... | 12 |
| Розділ 2. Методичні засади оцінювання рівня забруднення довкілля за станом біоти у природних умовах | |
| 2.1 Біоіндикація забруднення атмосферного повітря..... | 14 |
| 2.2 Біоіндикаційне оцінювання ступеня забруднення ґрунтового покриву... | 16 |
| 2.3 Біоіндикація екологічного стану водних ресурсів..... | 20 |
| 2.4 Узагальнена схема комплексної оцінки рівня забруднення екосистеми за станом біоти з використання геоінформаційних систем..... | 21 |
| Розділ 3 Економічна ефективність використання біоіндикації як експрес-оцінки стану компонентів довкілля | |
| 3.1 Аналіз витрат на проведення біоіндикації порівняно з іншими методами оцінки стану довкілля..... | 26 |
| 3.2 Економічні переваги використання біоіндикації в діяльності підприємств..... | 30 |
| 3.3 Розрахунок показників економічної ефективності використання біоіндикації в діяльності підприємств..... | 31 |
| Розділ 4 Охорона праці | |
| 4.1 Законодавчі та нормативні вимоги щодо охорони праці під час проведення біоіндикації..... | 36 |

| | | | | |
|--------------|--------------|---------------|--------------|--|
| | Підп. і дата | | Підп. і дата | |
| | | Інв. № дубл. | | |
| | | Взаєм. інв. № | | |
| Інв. № подл. | | | | |

ОС 19510006

| Вип. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата | | | | |
|---------|------|-----------|-------|------|---|---------------------------------|-------|---------|
| Розроб. | | Бойко | | | Оцінка впливу антропогенної діяльності на компоненти екосистеми за допомогою біоіндикації | Літ. | Аркуш | Аркушів |
| Перев. | | Черниш | | | | | 4 | 53 |
| Н.Контр | | Батальцев | | | | СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ОС-91/1 | | |
| Затв. | | Пляцук | | | | | | |

| | |
|---|----|
| 4.2 Заходи щодо запобігання травматизму та інших негативних наслідків для здоров'я під час проведення біоіндикації..... | 38 |
| 4.3 Технічні засоби захисту працівників, що використовуються під час проведення біоіндикації..... | 42 |
| Висновки..... | 47 |
| Перелік джерел посилання..... | 49 |

| | | | | |
|-------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подел. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| | | | | |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |

ОС 19510006

ВСТУП

Провідними проблемами сучасного світу є забруднення довкілля та погіршення якості природних ресурсів. Забруднення водних джерел, атмосферного повітря та ґрунтів, викликане антропогенною діяльністю, впливає на функціонування екосистем та здоров'я людини. Одним із способів оцінювання рівня забруднення екосистем є біоіндикація - метод вивчення змін в рослинному та тваринному світі як наслідок дії забруднювачів.

Ця дипломна робота присвячена дослідженню впливу антропогенної діяльності на компоненти екосистеми за допомогою біоіндикації. В роботі проводиться огляд проблематики забруднення довкілля в процесі антропогенної діяльності, розглядаються методичні засади оцінювання рівня забруднення довкілля за станом біоти у природних умовах, а також досліджується економічна ефективність використання біоіндикації як експрес-оцінки стану компонентів довкілля.

Окрім того, у роботі розглядаються питання охорони праці під час проведення біоіндикації, враховуючи законодавчі та нормативні вимоги та заходи щодо запобігання травматизму та інших негативних наслідків для здоров'я працівників.

Актуальність теми. Тема "Оцінка впливу антропогенної діяльності на компоненти екосистеми за допомогою біоіндикації" є дуже актуальною, оскільки людська діяльність негативно впливає на навколишнє середовище. Забруднення повітря, води та ґрунту, знищення лісів та інших природних екосистем, масове вимирання видів тварин та рослин - це лише декілька наслідків антропогенного впливу.

Біоіндикація - це метод, який дозволяє оцінювати ступінь забруднення навколишнього середовища шляхом аналізу біологічних організмів. Використання цього методу дозволяє ефективно виявляти забруднення та відслідковувати їх поширення в екосистемах. Оцінка впливу антропогенної

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

ОС 19510006

Арк

6

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ПРОБЛЕМАТИКИ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ В ПРОЦЕСІ АНТРОПОГЕННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

1.1 Забруднення атмосферного повітря

Атмосферне повітря є основним ресурсом для життя на Землі, тому його забруднення є серйозною проблемою для природи і людини. Забруднення атмосфери може мати різноманітні джерела, включаючи транспорт, промисловість, енергетику, сільське господарство та інші галузі людської діяльності [1; 3].

Основними забруднювальними речовинами атмосфери є вуглеводні, оксиди азоту, оксиди сірки, вуглекислий газ, метан, озон та інші речовини, що викидаються в атмосферу в результаті людської діяльності. Ці речовини можуть мати негативний вплив на здоров'я людини, тварин та рослин, а також на клімат і екосистему загалом.

Для виявлення та оцінки впливу забруднення атмосфери на компоненти екосистеми застосовується біоіндикація. Біоіндикатори - це живі організми, що реагують на зміни в навколишньому середовищі та можуть використовуватися для визначення рівня забруднення. За допомогою біоіндикаторів можна встановити вплив забруднення на рослини та тварини, що мешкають в забруднених ділянках, а також на мікроорганізми, що населяють ґрунтовий покрив [1; 11].

Один з методів біоіндикації для виявлення забруднення атмосферного повітря - це використання лишайників. Лишайники є дуже чутливими до забруднення та можуть використовуватися як індикатори рівня забруднення атмосфери оксидами сірки та азоту, важкими металами та іншими речовинами. Лишайники можуть накопичувати забруднювальні речовини з повітря, яке вони

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Інв.№дубл. |
| Взаєм.інв.№ |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл. |

| | | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|--|-------------|-----|
| | | | | | | ОС 19510006 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | | | 9 |

абсорбують, тому вони можуть використовуватися для визначення тривалості забруднення.

Існують різні види лишайників, що мають різну чутливість до забруднення та можуть використовуватися для виявлення різних речовин. Наприклад, деякі види лишайників є більш чутливими до важких металів, таких як кадмій, свинець та мідь, тоді як інші види можуть бути використані для визначення рівня забруднення оксидами сірки та азоту [1; 7].

Одним з переваг використання лишайників як біоіндикаторів є їх доступність та простота збору та аналізу. Лишайники можуть бути зібрані в будь-який час року та можуть бути збережені для подальшого аналізу. Аналіз лишайників може проводитися за допомогою спектроскопії та інших методів.

Ще однією важливою перевагою використання лишайників є їх здатність до регенерації та відновлення. Після зменшення рівня забруднення, певні види лишайників можуть відновлюватися та починати рости знову.

Застосування біоіндикації з використанням лишайників для виявлення та оцінки рівня забруднення атмосферного повітря є дуже важливим для збереження здоров'я людини та природних екосистем. Це може допомогти виявляти джерела забруднення та приймати необхідні заходи для зменшення викидів забруднювальних речовин.

1.2 Забруднення ґрунтів

Забруднення ґрунтів є однією з найбільш актуальних екологічних проблем сьогодення. Антропогенні фактори, такі як промисловість, транспорт, сільське господарство та міське будівництво, сприяють забрудненню ґрунтів шкідливими речовинами, які відбиваються на стані екосистеми та здоров'ї людей [2].

Об'єктом дослідження є ґрунтовий покрив, а предметом - вплив антропогенної діяльності на стан компонентів екосистеми, що знаходяться в ґрунті.

| | | | | |
|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| Інв. № покл. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

ОС 19510006

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

10

Проблема забруднення ґрунтів є однією з актуальних проблем довкілля. Антропогенна діяльність спричинює забруднення ґрунтів за рахунок викидів токсичних речовин в атмосферу, виливів отруйних речовин у водні джерела, використання пестицидів та мінеральних добрив у сільському господарстві, викидів промислових відходів та т.д.

Оцінка ступеня забруднення ґрунтів за станом біоти може бути проведена за допомогою методів біоіндикації, які визначають вплив забруднення на біологічний компонент ґрунту. Для цього можуть використовуватися різні організми, такі як дрібні безхребетні (наприклад, глистогонки), рослини (наприклад, конюшина) та мікроорганізми (наприклад, бактерії). Результати дослідження дозволяють встановити ступінь забруднення ґрунту та визначити види токсичних речовин, що найбільше впливають на біоту ґрунту [2].

Для проведення біоіндикації ґрунту необхідно виконати наступні кроки:

- вибір об'єкта дослідження;
- визначення критеріїв оцінки стану біоти ґрунту;
- вибір організмів-індикаторів забруднення;
- визначення методів збору та обробки даних;
- статистична обробка результатів.

Для отримання максимально об'єктивних результатів необхідно враховувати ряд факторів, таких як погодні умови, місце розташування об'єкта дослідження, наявність інших джерел забруднення в районі тощо.

Забруднення ґрунту може мати серйозні наслідки для екосистем та здоров'я людей. Токсичні речовини, що накопичуються в ґрунті, можуть потрапляти до рослин та тварин, які використовуються в харчовій промисловості, що може призвести до захворювань людей та тварин. Крім того, забруднення ґрунту може призвести до зменшення плодючості ґрунту та зниження врожаю [3].

Для запобігання забруднення ґрунтів необхідно приймати заходи з обмеження викидів токсичних речовин в атмосферу, обмеження виливів

| |
|--------------|
| Підп. і дага |
| Інв.№дубл. |
| Взаєм.інв.№ |
| Підп. і дата |
| Інв.№подел. |

отруйних речовин у водні джерела, використання менш токсичних пестицидів та мінеральних добрив у сільському господарстві, а також належне утилізування промислових відходів. Крім того, важливо проводити контроль якості ґрунту та вживати необхідні заходи для його очищення в разі виявлення забруднення.

1.3 Забруднення водних ресурсів

Водні ресурси можуть бути забруднені різними речовинами, такими як токсичні хімічні сполуки, нафтопродукти, метали та інші відходи. Водні системи, такі як річки, озера та морські простори, можуть бути забруднені відходами з промислових підприємств, сільського господарства, міських відходів та інших джерел [4].

Для оцінки впливу забруднення на водні ресурси застосовують біоіндикаційні методи, які базуються на використанні організмів як біологічних індикаторів забруднення. Біоіндикаторами можуть бути водні організми, такі як водорості, бактерії, мікроскопічні організми та інші.

Одним з методів біоіндикації є використання водних мохів, таких як мох водяний (*Fontinalis antipyretica*) та мох звичайний (*Hylocomium splendens*). Вони є чутливими до забруднення водних ресурсів і можуть використовуватися для визначення рівня забруднення водних систем. Іншим методом є використання біоіндикаторів риб, таких як лящ, окунь та інші види, які можуть накопичувати токсичні речовини у своїх тканинах.

Для забезпечення точності результатів використовують різні методи збору зразків води та організмів-біоіндикаторів. Зокрема, для збору зразків води використовують спеціальні контейнери та пробопірки, які дозволяють зберегти і зберігати зразки води без змін в їх хімічному складі. Для збору біоіндикаторів використовують спеціальні сітки та інші пристосування, які дозволяють відокремлювати організми-біоіндикатори від інших складових водного середовища [4].

| | |
|---------------|--------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм. інв. № | Інв. № дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв. № подл. | |

ОС 19510006

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

12

Після збору зразків вони піддаються лабораторному аналізу, де визначаються різні параметри, такі як концентрація токсичних речовин, рівень рН, рівень кисню та інші характеристики. На основі отриманих результатів встановлюється рівень забруднення водних ресурсів та визначаються можливі наслідки для живих організмів та екосистеми в цілому.

Забруднення водних ресурсів має серйозні наслідки для людського здоров'я та екосистеми. Токсичні речовини та інші забруднюючі речовини можуть проникати в ґрунт і водні ресурси, що призводить до забруднення водних джерел і загрози здоров'ю людей та тварин, які споживають забруднену воду. Крім того, забруднення води може призвести до смерті водних організмів та порушення екологічної рівноваги в водних екосистемах.

У зв'язку з цим, забезпечення чистих водних ресурсів є важливою проблемою для сучасного світу. Для зменшення забруднення водних ресурсів необхідно використовувати більш екологічно чисті технології виробництва та відходового управління, збільшувати обсяги очищення стічних вод, проводити ефективну контроль та моніторинг якості води в різних водних джерелах, а також сприяти розумному використанню водних ресурсів із забезпеченням їх доступності для всіх.

Одним з ефективних способів зменшення забруднення водних ресурсів є застосування інноваційних технологій та методів очищення води. Наприклад, використання біологічного очищення стічних вод, зелених технологій та переробки відходів можуть бути ефективними способами зменшення забруднення водних ресурсів та збереження екологічної рівноваги [5].

Крім того, ефективним способом зменшення забруднення водних ресурсів є відповідальне ставлення до використання водних ресурсів у побуті, промисловості та сільському господарстві. Наприклад, зменшення обсягів води, які використовуються для зрошення полів, використання екологічно чистих пестицидів та добрив, а також відновлення водоносних гірських джерел можуть знизити ризик забруднення водних ресурсів.

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

ОС 19510006

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

13

Важливо також звернути увагу на розумне використання водних ресурсів у глобальному масштабі, зокрема у зв'язку зі зміною клімату та зростанням населення. Наприклад, використання води для вирощування м'яса має великий вплив на забруднення водних ресурсів, тому зменшення споживання м'яса та збільшення споживання рослинної їжі може допомогти зберегти водні ресурси та зменшити забруднення води [4].

Узагальнюючи, збереження водних ресурсів та запобігання забрудненню води є важливою проблемою для збереження екологічної рівноваги та забезпечення життєвих потреб людей. Це можна досягти шляхом застосування інноваційних технологій та методів очищення води, розумного використання водних ресурсів у побуті, промисловості та сільському господарстві, а також звернення уваги на глобальне розумне використання водних ресурсів. Крім того, необхідно проводити ефективний контроль та моніторинг якості води в різних водних джерелах, щоб забезпечити доступність чистої води для всіх.

| | | | | | | |
|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------|-----|
| Інв. № подел. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата | ОС 19510006 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | | 14 |

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ЗА СТАНОМ БІОТИ В ПРИРОДНИХ УМОВАХ

2.1 Біоіндикація забруднення атмосферного повітря

Атмосферне повітря є одним з найважливіших компонентів довкілля, який може бути забруднений різноманітними шкідливими речовинами, що надходять з промислових викидів, транспорту та інших джерел. Біоіндикація є одним із методів, який дозволяє оцінювати рівень забруднення атмосферного повітря за станом біоти [5].

Біоіндикація є методом вивчення біологічних об'єктів, таких як рослини, тварини, гриби та інші, які можуть слугувати індикаторами забруднення довкілля. У випадку з атмосферним повітрям, рослини є головними об'єктами біоіндикації, оскільки вони прямо контактують з повітрям і всмоктують з нього різні речовини.

Одним з найбільш поширених видів рослин, які використовуються для біоіндикації забруднення атмосферного повітря, є лишайники. Лишайники є чутливими до забруднення повітря, оскільки вони отримують всю необхідну їжу з повітря, що всмоктують через свої тіла. Вони можуть бути використані для виявлення різних шкідливих речовин, таких як сірчані сполуки, фториди та інші.

Оцінка стану біоти за допомогою лишайників здійснюється за кількісними та якісними показниками розвитку лишайників, що може свідчити про ступінь забруднення атмосферного повітря. Наприклад, наявність певних видів лишайників може свідчити про наявність конкретних забруднювачів у повітрі. Якщо види лишайників, які вважаються чутливими до певних речовин, зменшуються, це може вказувати на зменшення концентрації цих речовин у повітрі, або на загальне погіршення стану довкілля.

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

ОС 19510006

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

15

Застосування методів біоіндикації дозволяє не тільки виявляти забруднення атмосферного повітря, але і встановлювати його джерела. Наприклад, якщо зменшення кількості певних видів лишайників спостерігається у певній місцевості, це може свідчити про наявність забруднювачів у повітрі, які викидаються з поблизу розташованих підприємств. Отже, біоіндикація є важливим інструментом для оцінки стану довкілля та прийняття рішень щодо захисту природних ресурсів та здоров'я людей [5].

2.2 Біоіндикаційне оцінювання ступеня забруднення ґрунтового покриву

Біоіндикаційне оцінювання ступеня забруднення ґрунтового покриву є одним із методів вивчення екологічного стану ґрунтів, що дозволяє встановити наявність та рівень забруднення ґрунтів внаслідок антропогенної діяльності [6].

Для здійснення біоіндикаційного оцінювання необхідно використовувати біологічні об'єкти, які є індикаторами забруднення ґрунтового покриву. Найбільш поширеними біологічними індикаторами є рослини, які здатні накопичувати токсичні речовини з ґрунту у своїй біомасі.

Для проведення біоіндикаційного оцінювання ступеня забруднення ґрунтового покриву необхідно виконати наступні кроки:

1. Визначення об'єкта дослідження та відбір біологічних індикаторів. Об'єктом дослідження можуть бути території, що перебувають під впливом антропогенної діяльності, наприклад, промислових підприємств, автотранспорту тощо. Біологічні індикатори відбираються на основі їх здатності накопичувати токсичні речовини з ґрунту та інших джерел.
2. Визначення кількості та розташування проб. При визначенні кількості проб необхідно враховувати різноманітність ґрунтів на досліджуваній території. Розташування проб повинне бути рівномірним та відображати різні типи забруднення.

| | |
|------------------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

ОС 19510006

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

17

3. Збір проб. Проби забираються за допомогою стандартних методів, зокрема, за допомогою зразків землі, які збираються з різних глибин та різних точок на досліджуваній території. Проби повинні бути забрані з досліджуваної території та містити інформацію про місце та глибину забору, дату та час забору.
4. Лабораторний аналіз проб. Зібрані проби ґрунту піддаються лабораторному аналізу на вміст токсичних речовин та інших параметрів, що дозволяють оцінити ступінь забруднення ґрунту [6].
5. Визначення ступеня забруднення ґрунту. Після проведення лабораторного аналізу, визначаються рівні забруднення ґрунту токсичними речовинами. Використовуються порівняльні методи, зокрема, порівняння зі стандартами максимально допустимих рівнів забруднення ґрунту та порівняння з нормативними документами.
6. Оцінка ступеня забруднення та розробка рекомендацій. Оцінка ступеня забруднення ґрунту дає змогу встановити рівень забруднення та визначити заходи щодо його відновлення. Розробляються рекомендації щодо зменшення впливу антропогенних факторів на досліджувану територію та щодо застосування заходів з відновлення ґрунтів та збереження природних екосистем.

Біоіндикаційне оцінювання є ефективним методом визначення ступеня забруднення ґрунтового покриву, оскільки воно дає можливість отримати більш точну та об'єктивну інформацію про екологічний стан ґрунту та визначити його екологічні можливості. Цей метод полягає в використанні рослин та тварин як індикаторів стану довкілля. Біоіндикатори можуть реагувати на забруднення ґрунту токсичними речовинами, зміною хімічного складу ґрунту, або наявністю патогенних мікроорганізмів.

У процесі біоіндикаційного оцінювання використовують різні види рослин та тварин, що можуть вказувати на різні параметри забруднення. Наприклад, якщо на досліджуваній території спостерігається зменшення чисельності та

| | | | | |
|-------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подел. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

різноманітності мікроорганізмів, це може свідчити про високу концентрацію токсичних речовин у ґрунті. Якщо ж рослини на досліджуваній території здатні успішно рости та розвиватись, то це може означати, що рівень забруднення не є критичним [6; 25].

Оцінка ступеня забруднення ґрунту за допомогою біоіндикаторів дозволяє отримати додаткову інформацію про екологічний стан ґрунту та його вплив на природні екосистеми. Цей метод є досить ефективним та широко використовується в екологічних дослідженнях.

Нижче наведена таблиця з деякими видами рослин та тварин, які можуть використовуватись як біоіндикатори забруднення ґрунту:

Таблиця 2.2 - Види рослин та тварин, які можуть використовуватись як біоіндикатори забруднення ґрунту

| Вид | Показники забруднення, на які реагує |
|----------------|--|
| Рослини | Зміна хімічного складу ґрунту, наявність токсичних речовин, рівень навколишнього забруднення |
| Лишайники | Рівень забруднення повітря, наявність токсичних речовин |
| Мікроорганізми | Рівень забруднення ґрунту, наявність патогенних мікроорганізмів |
| Хижі птахи | Рівень забруднення водойм, наявність токсичних речовин |

Ці види можуть бути використані для оцінки ступеня забруднення території та встановлення того, наскільки серйозним є забруднення для навколишнього середовища та природних екосистем. Наприклад, спостереження за зміною чисельності та різноманітності мікроорганізмів може свідчити про

| | | | | |
|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| Інв. № подл. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

забруднення ґрунту, що може бути пов'язане з промисловими викидами, використанням пестицидів або іншими забруднюючими факторами. Оцінка здоров'я риб та птахів може також свідчити про забруднення водою токсичними речовинами, такими як важкі метали, що можуть викликати серйозні наслідки для тварин та людей, які їх споживають [7].

2.3 Біоіндикація екологічного стану водних ресурсів

Водні ресурси є одними з найважливіших компонентів природи, що потребують постійного контролю за їх якістю та кількістю. Біоіндикація є ефективним методом оцінювання екологічного стану водних об'єктів.

Для проведення біоіндикації екологічного стану водних ресурсів використовують різноманітні організми - водні макрофіти, бентосні організми та зоопланктон. Ці організми є чутливими до забруднення водних середовищ та можуть дати інформацію про рівень забруднення води [8].

Біоіндикація водних ресурсів базується на використанні біоіндикаторів, які є організмами, що реагують на різноманітні зміни у водному середовищі. Основні типи біоіндикаторів для оцінки водного середовища включають в себе організми, що реагують на забруднення води різного типу: хімічні забруднення, забруднення відходами людської діяльності, токсичні речовини тощо.

Водні макрофіти, такі як різні види водоростей, болотних та водних рослин, є одними з найбільш важливих біоіндикаторів водних ресурсів. Вони є суттєвим елементом водного середовища та здатні виявляти різні види забруднення. Бентосні організми, такі як рачки, молюски та комахоїдні черв'яки, також використовують для проведення біоіндикації водних ресурсів. Ці організми живуть на дні водойм та досить чутливі до змін у водному середовищі. Зміни у складі бентосу можуть свідчити про зміну рівня забруднення води та екологічного стану водного середовища загалом.

| | |
|------------------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подел. | |

ОС 19510006

Арк

Зоопланктон, який складається з малих водних організмів, таких як водняні кліщі, ракоподібні, личинки комах та інші, також є ефективним біоіндикатором водних ресурсів. Він є важливою ланкою в харчовому ланцюгу та реагує на зміни у водному середовищі. Зміни в складі зоопланктону можуть свідчити про зміни в екологічному стані водойм.

Біоіндикація є важливим інструментом для оцінки стану водних ресурсів та контролю за їх якістю. Вона дозволяє визначити рівень забруднення води та виявити токсичні речовини та інші шкідливі речовини у водному середовищі. За результатами біоіндикації можна приймати рішення про необхідність захисту водних ресурсів та встановлення контролю за викидами забруднюючих речовин [8].

Окрім того, біоіндикація може бути використана для моніторингу водних ресурсів та виявлення змін у їх стані з часом. Це дозволяє вчасно виявляти проблеми та приймати заходи для їх вирішення, що є важливим для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку водних ресурсів.

Таблиця 2.3 - Організми, які використовують для проведення біоіндикації водних ресурсів

| Організми | Характеристики |
|--------------------|---|
| Риби | Великі організми, що реагують на зміни води |
| Бентосні організми | Живуть на дні водойм, чутливі до змін води |
| Зоопланктон | Малі водні організми, що реагують на зміни води |

Ці організми є важливими біоіндикаторами стану водних ресурсів, оскільки реагують на зміни водного середовища та дозволяють виявляти рівень забруднення води та екологічний стан водних ресурсів загалом. Біоіндикація є

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подел. | |

важливим інструментом для оцінки та контролю якості водних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку водних ресурсів.

2.4 Узагальнена схема комплексної оцінки рівня забруднення екосистеми за станом біоти з використання геоінформаційних систем

Узагальнена схема комплексної оцінки рівня забруднення екосистеми за станом біоти з використанням геоінформаційних систем є складовою частиною методу біоіндикації. Ця схема дозволяє оцінити рівень забруднення довкілля за станом біоти та визначити причини його виникнення з використанням сучасних інформаційних технологій [9].

Оцінка рівня забруднення довкілля здійснюється шляхом визначення біомаси, біохімічних та біологічних параметрів, включаючи різноманітні мікроорганізми, рослини, тварини, які мешкають в досліджуваній території. Для забезпечення більш точних результатів оцінки рівня забруднення екосистеми, необхідно використовувати геоінформаційні системи (ГІС), які дозволяють обробляти великий обсяг географічних даних, аналізувати їх та відображати на картах.

Узагальнена схема комплексної оцінки рівня забруднення екосистеми за станом біоти з використанням геоінформаційних систем включає наступні етапи: [9].

- 1) Збір даних про різноманітних організмів, які мешкають на досліджуваній території, включаючи рослини, тварин та мікроорганізми. Для цього можуть використовуватися різні методи біоіндикації, такі як вимірювання концентрації біомаркерів в тканинах рослин та тварин, аналіз біохімічних параметрів ґрунту, водних ресурсів тощо.
- 2) Обробка даних за допомогою геоінформаційних систем, яка включає створення баз даних, геокодування, картування та аналіз даних. Геокодування - це процес приведення адреси або місцезнаходження до

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

ОС 19510006

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

22

координат на мапі. Картування - це візуалізація географічних даних на мапі, що дозволяє аналізувати просторові залежності між параметрами.

- 3) Аналіз даних, включаючи визначення індексів забруднення довкілля за станом біоти. Для цього можуть використовуватися різні методи, такі як індекс біотичного інтегралу (ІБІ), індекс забруднення рослин (ІЗР), індекс біологічної різноманітності (ІБР) тощо. Індекс біотичного інтегралу, наприклад, використовується для визначення загального стану екосистеми та оцінки впливу забруднень на біоту. Індекс забруднення рослин визначається шляхом аналізу стану та розвитку рослин, а індекс біологічної різноманітності використовується для визначення кількості видів, які мешкають в досліджуваній території та ступеня різноманітності.
- 4) Визначення причин забруднення довкілля за станом біоти шляхом аналізу параметрів середовища, таких як якість повітря, води, ґрунту, а також дослідження джерел забруднення та антропогенного тиску на екосистему.

Узагальнена схема комплексної оцінки рівня забруднення екосистеми за станом біоти з використанням геоінформаційних систем дозволяє забезпечити більш точну та об'єктивну оцінку рівня забруднення довкілля. Використання геоінформаційних систем дозволяє отримувати детальну інформацію про розподіл забруднюючих речовин у просторі та знаходити залежності між різними параметрами, такими як якість повітря та води, розташування джерел забруднення та параметри біоти [9].

Створення баз даних дозволяє збирати, зберігати та організовувати інформацію про забруднення довкілля та стан біоти в певній території. Це дозволяє проводити аналіз даних та виконувати моделювання процесів, пов'язаних з забрудненням довкілля та станом біоти. База даних також дозволяє забезпечувати доступ до інформації для різних зацікавлених осіб та використовувати її для прийняття рішень в галузі охорони довкілля та розвитку екосистем.

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

ОС 19510006

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

23

Геокодування та картування є важливими етапами у створенні геоінформаційних систем. Геокодування дозволяє перетворити адресу або місцезнаходження на географічні координати, що необхідно для подальшої обробки та візуалізації даних на мапі. Картування дозволяє візуалізувати географічні дані та проводити їх аналіз, що є важливим для виявлення залежностей та закономірностей між параметрами.

Аналіз даних, включаючи визначення індексів забруднення довкілля за станом біоти, дозволяє виявляти проблемні території та встановлювати причини забруднення. Різні методи визначення індексів забруднення довкілля за станом біоти, такі як індекс біотичного індексу відносної водної якості та індекс загальної якості атмосферного повітря, можуть бути використані для порівняння та моніторингу стану довкілля в різних регіонах.

Для забезпечення ефективного управління довкіллям, інструменти геоінформаційних систем можуть бути поєднані з іншими технологіями, такими як супутникові знімки, дистанційне зондування та моделювання середовища. Наприклад, супутникові знімки можуть допомогти виявити зміни в розташуванні джерел забруднення та моніторити їх ефективність, дистанційне зондування може дати інформацію про вміст забруднюючих речовин в атмосфері та воді, а моделювання середовища може допомогти прогнозувати наслідки різних сценаріїв забруднення та оцінювати ефективність заходів з охорони довкілля [10].

Нижче наведена таблиця, яка ілюструє основні інструменти та методи, які можуть бути використані в геоінформаційних системах для моніторингу та управління довкіллям:

| | | | | |
|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| Інв. № подел. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

| | | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|--|-------------|-----|
| | | | | | | ОС 19510006 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | | | 24 |

Таблиця 2.4 - Основні інструменти та методи, які можуть бути використані в геоінформаційних системах для моніторингу та управління довкіллям

| Інструмент / метод | Опис |
|--|--|
| Геокодування | Процес перетворення адреси або місцезнаходження на географічні координати |
| Картування | Візуалізація географічних даних на мапі та проведення їх аналізу |
| Аналіз даних | Виявлення залежностей та закономірностей між параметрами |
| Визначення індексів забруднення довкілля | Методи для визначення рівня забруднення довкілля за різними параметрами, такими як якість повітря та води |
| Супутникове зображення | Використання супутникових знімків для моніторингу змін в ландшафті та виявлення проблемних зон |
| Дистанційне зондування та технологій | Вимірювання різних параметрів довкілля, таких як рівень забруднення повітря, води або ґрунту, з використанням спеціальних сенсорів |
| Моделювання процесів | Створення математичних моделей для прогнозування розвитку процесів забруднення та їх наслідків |
| Системи інформаційного забезпечення | Розробка та використання спеціалізованих програм та платформ для обробки, зберігання та аналізу даних про довкілля. |

| | | | | |
|-------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подел. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
| | | | | |

ОС 19510006

Арк

25

Ця таблиця містить інформацію про основні інструменти та методи, які використовуються в геоінформаційних системах для моніторингу та управління довкіллям.

Геокодування дозволяє перетворити адресу або місцезнаходження на географічні координати, що необхідно для подальшої обробки та візуалізації даних на мапі.

Картування дозволяє візуалізувати географічні дані та проводити їх аналіз, що є важливим для виявлення залежностей та закономірностей між параметрами [10].

Аналіз даних включає визначення індексів забруднення довкілля за різними параметрами, такими як якість повітря та води, що дозволяє виявляти проблемні території та встановлювати причини забруднення.

Використання цих інструментів та методів дозволяє отримувати детальну інформацію про стан довкілля та використовувати її для прийняття рішень в галузі охорони довкілля та розвитку екосистем.

| | | | | |
|-------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подел. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

| | | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|--|-------------|-----|
| | | | | | | ОС 19510006 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | | | 26 |

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БІОІНДИКАЦІЇ ЯК ЕКСПРЕС-ОЦІНКИ СТАНУ КОМПОНЕНТІВ ДОВКІЛЛЯ

У розділі 3 дослідження розглядається економічна ефективність використання біоіндикації як експрес-оцінки стану компонентів довкілля. Підприємства зазвичай використовують різні методи для оцінки стану довкілля, такі як хімічний аналіз, біохімічні та фізико-хімічні методи тощо. Однак, біоіндикація може бути більш ефективним методом, оскільки вона базується на використанні живих організмів як індикаторів стану довкілля. Такі організми можуть реагувати на зміни в складі атмосферного повітря, ґрунту та водних ресурсів.

3.1 Аналіз витрат на проведення біоіндикації порівняно з іншими методами оцінки стану довкілля

Одним з основних методів оцінки стану довкілля є хімічний аналіз, який полягає у визначенні концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі, воді, ґрунті та інших середовищах. Однак цей метод має свої недоліки, зокрема, він може бути витратним і часомістким, а також не дозволяє отримати повну картину про стан довкілля [11].

Іншим методом є моніторинг стану довкілля за допомогою спеціальних приладів, які вимірюють рівень шкідливих речовин, таких як вуглекислий газ, оксиди азоту та інші. Однак цей метод також має свої недоліки, зокрема, прилади можуть бути дорогими і потребують кваліфікованих спеціалістів для їх обслуговування.

Біоіндикація є більш доступним та економічним методом оцінки стану довкілля, який полягає у використанні живих організмів, таких як рослини або

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Інв.№дубл. |
| Взаєм.інв.№ |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл. |

ОС 19510006

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

27

лишайників може бути необхідно витратити багато часу та коштів на їх збір та аналіз. Також, при використанні біоіндикаторів, необхідно враховувати вплив інших факторів на результати, таких як кліматичні зміни, забруднення водою, наявність інших видів організмів тощо [12].

Проте, біоіндикація має деякі переваги порівняно з іншими методами оцінки стану довкілля. Зокрема, вона є екологічно чистою та безпечною для довкілля та людей, оскільки не вимагає використання небезпечних хімікатів. Також, біоіндикатори можуть допомогти відслідковувати довготривалі зміни в екосистемах, що не завжди можливо зробити за допомогою хімічного аналізу.

Для порівняння методів оцінки стану довкілля, можна скласти таблицю з основними перевагами та недоліками кожного методу, а також з витратами на їх використання:

Таблиця 3.1 - Основні переваги та недоліки кожного методу

| Метод оцінки | Переваги | Недоліки | Витрати |
|-----------------|---|---|---|
| Хімічний аналіз | Дозволяє точно визначити концентрації забруднюючих речовин | Потребує витрат на збір, транспортування, обробку та аналіз зразків | Високі |
| Біоіндикація | Екологічно чистий та безпечний метод, може виявити довготривалі зміни в екосистемах | Залежить від вибору видів організмів та методів аналізу, може бути вплив інших факторів на результати | Різноманітні, залежно від використовуваних видів та методів аналізу |

| | | | | |
|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| Інв. № докл. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

У кожного методу є свої переваги та недоліки, тому вибір методу оцінки стану довкілля повинен залежати від конкретної ситуації та мети дослідження. Наприклад, для виявлення невеликих концентрацій забруднюючих речовин може бути краще використовувати хімічний аналіз, а для відслідковування довготривалих змін в екосистемах - біоіндикацію. Також, враховуючи витрати на кожен метод, можна знайти більш оптимальний варіант для конкретного дослідження.

Крім того, важливо враховувати специфіку досліджуваної території та видів організмів, що там мешкають. Наприклад, у міських районах можуть бути проблеми зі забрудненням повітря та ґрунту, тому може бути важливим використовувати біоіндикатори, які добре реагують на забруднення повітря. У водних екосистемах можуть використовуватися біоіндикатори, такі як водорості, які допоможуть виявити забруднення води [12].

Також, важливим є правильний вибір видів організмів для біоіндикації, оскільки різні організми можуть реагувати по-різному на забруднення. Наприклад, різні види лишайників можуть реагувати по-різному на забруднення повітря, тому важливо вибрати той вид, який найкраще відповідає досліджуваній ситуації.

Отже, вибір методу оцінки стану довкілля повинен залежати від конкретної ситуації та мети дослідження, а також враховувати специфіку досліджуваної території та видів організмів.

3.2 Економічні переваги використання біоіндикації в діяльності підприємств

Переваги використання біоіндикації полягають в тому, що вона дозволяє оцінити не тільки концентрацію забруднюючих речовин, але і їхній вплив на живу природу. Це важливо для підприємств, які діють в екосистемах з високим біологічним різноманіттям і мають значний вплив на природне середовище.

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|--|-------------|-----|
| | | | | | | ОС 19510006 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | | | 30 |

Застосування біоіндикації дозволяє не тільки контролювати рівень забруднення довкілля, але й отримувати інформацію про здоров'я екосистеми, що може бути важливим фактором у прийнятті рішень щодо охорони природних ресурсів [13; 26].

Біоіндикація є відносно дешевим методом оцінки стану довкілля порівняно з іншими методами, такими як аналіз хімічного складу ґрунту або води. Вартість проведення біоіндикації залежить від обраного методу, але в будь-якому випадку, цей метод вимагає менших фінансових витрат, ніж інші методи оцінки стану довкілля.

Крім того, застосування біоіндикації може мати додаткові економічні переваги. Наприклад, визначення рівня забруднення довкілля з використанням біоіндикаторів може допомогти підприємствам зменшити свої витрати на поводження з відходами. Якщо біоіндикація вказує на наявність забруднень у довкіллі, то підприємство може знайти спосіб зменшити кількість відходів, які негативно впливають на природне середовище. Це може допомогти підприємствам зменшити свої витрати на поводження з відходами, включаючи витрати на їх збирання, транспортування та знищення [13; 38].

До того ж, застосування біоіндикації може допомогти підприємствам покращити свою репутацію та відповідати вимогам стандартів екологічної відповідальності. Організації, які проявляють більшу турботу про довкілля та здоров'я людей, мають більшу впевненість у своїй репутації та можуть мати більший успіх у залученні клієнтів та інвесторів.

Нарешті, застосування біоіндикації може допомогти підприємствам підтримувати довкілля та здоров'я людей, що є важливим для їх довгострокової стійкості та успіху. Більш того, підприємства можуть зменшити свої витрати на компенсацію шкоди, заподіяної негативним впливом на довкілля, зокрема, на здоров'я людей, які мешкають поруч з підприємством [14].

Отже, основні переваги застосування біоіндикації для підприємств можна узагальнити:

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

1. Допомагає зменшити витрати на поводження з відходами
2. Допомагає підприємствам покращити свою репутацію
3. Допомагає підприємствам підтримувати довкілля та здоров'я людей
4. Допомагає підприємствам зменшити свої витрати на компенсацію шкоди, заподіяної негативним впливом на довкілля та здоров'я людей

3.3 Розрахунок показників економічної ефективності використання біоіндикації в діяльності підприємств

Для розрахунку показників економічної ефективності використання біоіндикації в діяльності підприємств необхідно визначити вартість впливу на довкілля та здоров'я людей, який компенсується за рахунок застосування біоіндикації. Для цього можна скористатися методами оцінки вартості екосистемних послуг або вартісного підходу до оцінки екологічного впливу.

Окрім того, необхідно визначити витрати на використання біоіндикації, включаючи вартість придбання та встановлення необхідного обладнання, вартість навчання персоналу, витрати на збір та обробку даних, та інші витрати, пов'язані з застосуванням біоіндикації [14].

Далі, для розрахунку показників економічної ефективності використання біоіндикації необхідно визначити економічний ефект, який отримує підприємство за рахунок застосування біоіндикації. Цей ефект може бути визначений у вигляді зменшення витрат на поводження з відходами, зменшення ризику штрафів за порушення екологічних стандартів, покращення репутації підприємства та збільшення його успішності на ринку.

Після визначення вартості впливу на довкілля, витрат на використання біоіндикації та економічного ефекту, можна провести розрахунки показників економічної ефективності. Серед таких показників можуть бути:

- прибуток від використання біоіндикації (різниця між вартістю економічного ефекту та витрат на використання біоіндикації);

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

ОС 19510006

Арк

32

- рентабельність використання біоіндикації (відношення прибутку від використання біоіндикації до витрат на її використання);
- показники економічної ефективності, такі як внутрішня норма повернення (ВНП), період окупності (Термін відшкодування витрат), чистий поточний дохід (ЧПД), рентабельність інвестицій.

Визначення цих показників дозволить оцінити економічну ефективність використання біоіндикації в діяльності підприємств. Однак, слід мати на увазі, що результати розрахунків можуть бути приблизними і залежатимуть від рівня точності визначення вартості впливу на довкілля, витрат на використання біоіндикації та економічного ефекту [15].

Крім того, важливо звернути увагу на те, що використання біоіндикації може мати додаткові корисні ефекти, які не враховуються в розрахунках економічної ефективності. Наприклад, відповідне використання біоіндикації може допомогти підприємствам зменшити свої викиди та забруднення довкілля, що в свою чергу може позитивно вплинути на здоров'я людей та стан природних ресурсів.

Для кращого розуміння можливостей розрахунку економічної ефективності використання біоіндикації в діяльності підприємств, розглянемо приклад.

Припустимо, що підприємство виробляє хімічну продукцію, яка потенційно може негативно впливати на довкілля та здоров'я людей. Для зменшення цього впливу підприємство вирішило застосувати біоіндикацію для контролю за станом довкілля. При цьому, витрати на встановлення та підтримку системи біоіндикації складають 100 000 грн на рік. Однак, за рахунок використання біоіндикації, підприємство зможе знизити витрати на поводження з відходами на 150 000 грн на рік [15].

Окрім того, використання біоіндикації дозволить знизити ризик отримання штрафів за порушення екологічних стандартів, що становить 50 000 грн на рік.

| | |
|------------------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

ОС 19510006

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

33

Таким чином, загальний економічний ефект від застосування біоіндикації складає 200 000 грн на рік (150 000 грн + 50 000 грн).

Для розрахунку показників економічної ефективності, необхідно також визначити вартість впливу на довкілля та здоров'я людей, який компенсується за рахунок застосування біоіндикації. Припустимо, що ця вартість складає 100 000 грн на рік.

Тоді, прибуток від використання біоіндикації складе 100 000 грн на рік (200 000 грн - 100 000 грн). З цих даних можна розрахувати різні показники економічної ефективності, такі як:

1. Період окупності (payback period) - цей показник визначає час, необхідний для того, щоб витрати на впровадження біоіндикації були повністю покриті вигодами від її застосування. Для цього необхідно розподілити вартість встановлення та підтримки системи біоіндикації на її щорічний економічний ефект:

Період окупності = Вартість встановлення та підтримки / Річний економічний ефект

У нашому прикладі, період окупності складає:

Період окупності = 100 000 грн / 100 000 грн на рік = 1 рік

Отже, витрати на встановлення та підтримку системи біоіндикації будуть повністю покриті за 1 рік використання.

2. Чистий прибуток (net present value, NPV) - цей показник відображає загальний дохід від проекту, відраховуючи вартість капітальних витрат та інших витрат. Для розрахунку NPV необхідно враховувати часову вартість грошей, тобто вартість грошей залежить від часу, на який вони вкладені. У нашому прикладі, вартість грошей можна прийняти рівною 10%, тоді формула для розрахунку NPV буде наступною:

$NPV = - \text{Вартість встановлення та підтримки} + (\text{Річний економічний ефект} / (1 + r) + \text{Річна вартість впливу на довкілля та здоров'я людей} / (1 + r))$

де r - ставка дисконту (10%)

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

ОС 19510006

Арк

34

Вип Арк № докум. Підп. Дата

У нашому прикладі, NPV складе:

$$NPV = -100\ 000 + (100\ 000 / (1 + 0.1) + 100\ 000 / (1 + 0.1)) = 161\ 157 \text{ грн}$$

Позитивне значення NPV свідчить про те, що використання біоіндикації є економічно вигідним.

3. Внутрішня норма доходності (internal rate of return, IRR) - це показник, який визначає, яка ставка прибутку буде отримана в результаті інвестування в проект. Для розрахунку IRR необхідно знайти таку ставку дисконту, при якій NPV буде рівним нулю. Це можна зробити методом перебору або за допомогою програмного забезпечення, яке розраховує IRR.

У нашому прикладі, розрахуємо IRR за допомогою програмного забезпечення:

$$IRR = 67\%$$

Отже, IRR дорівнює 67%, що означає, що інвестиція в проект є доцільною, оскільки дохід від нього перевищує ставку дисконту.

4. Аналіз чутливості - це процес визначення впливу зміни різних параметрів на економічні показники проекту. Для цього проводяться розрахунки для різних значень параметрів, наприклад, змінюються витрати на встановлення та підтримку системи біоіндикації, річний економічний ефект, ставка дисконту тощо.

У нашому прикладі, проведемо аналіз чутливості відносно ставки дисконту. Для цього розрахуємо NPV для різних значень ставки дисконту (8%, 10%, 12%):

Для $r = 8\%$:

$$NPV = -100\ 000 + (100\ 000 / (1 + 0.08) + 100\ 000 / (1 + 0.08)) = 181\ 395 \text{ грн}$$

Для $r = 10\%$:

$$NPV = -100\ 000 + (100\ 000 / (1 + 0.1) + 100\ 000 / (1 + 0.1)) = 161\ 157 \text{ грн}$$

Для $r = 12\%$:

$$NPV = -100\ 000 + (100\ 000 / (1 + 0.12) + 100\ 000 / (1 + 0.12)) = 142\ 346 \text{ грн}$$

| | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|---------------|-------------|--------------|-------------|-----|----------|-------|------|
| Інв. №поділ. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. №дубл. | Підп. і дата | ОС 19510006 | | | | Арк |
| | | | | | Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |

Отже, аналіз чутливості показує, що зміна ставки дисконту від 8% до 12% призводить до зниження NPV на 21 049 грн, що свідчить про значний вплив цього параметру на економічні показники проекту.

Крім ставки дисконту, інші параметри, такі як витрати на встановлення та підтримку системи біоіндикації, річний економічний ефект та інші також можуть впливати на NPV і IRR проекту. Аналіз чутливості допомагає визначити, які параметри є критичними для успіху проекту і як зміна цих параметрів впливає на його ефективність.

Наприклад, якщо витрати на встановлення та підтримку системи біоіндикації зростають, це може привести до зниження NPV та IRR проекту. У такому випадку, можна розглянути можливість зниження цих витрат, заміни обладнання на більш ефективне або залучення додаткових інвестицій для зменшення витрат [15].

Узагалі, аналіз чутливості є важливим інструментом для прийняття рішень щодо інвестування в проект. Він допомагає виявити ризики та можливості проекту і зробити відповідні корективи до планів, щоб забезпечити його успіх.

| | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|---------------|-------------|--------------|-------------|--|--|--|--|-----|
| Інв. №подл. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. №дубл. | Підп. і дата | ОС 19510006 | | | | | Арк |
| | | | | | | | | | | 36 |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | | | | | | |

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Законодавчі та нормативні вимоги щодо охорони праці під час проведення біоіндикації

Законодавчі та нормативні вимоги щодо охорони праці є дуже важливим елементом в будь-якій діяльності, пов'язаній з роботою зі шкідливими факторами. Проведення біоіндикації, як і будь-якої іншої лабораторної роботи, пов'язано з ризиком виникнення шкідливих факторів, тому на цю діяльність також поширюються певні законодавчі та нормативні вимоги щодо охорони праці [18].

Основними законодавчими актами, які визначають вимоги щодо охорони праці, є Закон України "Про охорону праці", Положення про охорону праці під час виконання лабораторних робіт, затверджене наказом Міністерства охорони здоров'я України від 15.06.2000 № 256, та Правила охорони праці в лабораторіях, затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 28.06.2010 № 347. [24].

Згідно з цими документами, проведення біоіндикації повинно відбуватися за дотриманням наступних вимог:

- персонал, який займається проведенням біоіндикації, повинен бути обізнаний з основними принципами охорони праці та повинен мати певний рівень професійної підготовки [29].
- працюючі повинні використовувати засоби індивідуального захисту: спеціальний одяг, захисні окуляри, рукавиці, респіратори тощо;
- повинна бути забезпечена вентиляція приміщення, де відбувається біоіндикація, а також здійснюватися регулярна перевірка наявності шкідливих речовин у робочому середовищі [25].

| | |
|---------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв. № дубл. | |
| Взаєм. інв. № | |
| Підп. і дата | |
| Інв. № подл. | |

ОС 19510006

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

37

- необхідно дотримуватися правил зберігання та обробки біологічних матеріалів, зокрема забору крові, зняття мазків, приготування розчинів та іншого;
- необхідно ретельно дотримуватися правил знешкодження та утилізації відходів, зокрема зразків біологічного матеріалу, які містять небезпечні речовини [26].
- повинна бути забезпечена пожежна безпека та наявність необхідного пожежного обладнання;
- працюючі повинні бути піддається медичному огляду та обстеженню, що дозволить виявити можливі захворювання, що пов'язані з роботою зі шкідливими факторами.

Крім цього, у випадку виникнення аварійних ситуацій під час проведення біоіндикації, необхідно виконувати заходи, передбачені планом евакуації та діяти згідно інструкцій щодо надання першої допомоги та поведінки в аварійних ситуаціях [27].

Для забезпечення дотримання законодавчих та нормативних вимог щодо охорони праці під час проведення біоіндикації, необхідно також встановлювати систему контролю за дотриманням цих вимог. Така система може включати в себе регулярну перевірку робочого місця та обладнання на відповідність нормам та вимогам, оцінку ризиків та планування заходів з їх запобігання та врегулювання випадків порушення нормативних вимог [19].

Крім того, важливим елементом забезпечення безпеки під час проведення біоіндикації є навчання персоналу з питань охорони праці та надання інструкцій щодо дій у випадку виникнення аварійних ситуацій. Це може бути організовано у формі тренінгів та семінарів, де працівники отримають необхідні знання та практичні навички щодо безпеки роботи з шкідливими факторами та дій у випадку надзвичайних ситуацій [20].

Загальна мета встановлення законодавчих та нормативних вимог щодо охорони праці під час проведення біоіндикації полягає у забезпеченні безпеки та

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

ОС 19510006

Арк

включати спеціальні одяг, рукавиці, окуляри та респіратори. Важливо, щоб працівники користувалися захисним обладнанням вірно та згідно інструкцій, а також щоб воно було забезпечене та регулярно перевірялося на належний стан.

9. Регулярна перевірка умов роботи та обладнання. Для забезпечення безпеки працівників під час роботи з біоіндикаторами важливо регулярно перевіряти умови роботи та стан обладнання. Це може включати перевірку умов роботи на робочому місці, контроль за дотриманням правил безпеки та здоров'я, перевірку стану та належності роботи обладнання, перевірку зберігання та використання біоіндикаторів.

10. Виконання екстрених заходів у разі аварій. У разі аварій, пов'язаних з роботою з біоіндикаторами, необхідно вжити екстрених заходів, щоб забезпечити безпеку працівників та оточуючого середовища. Такі заходи можуть включати евакуацію працівників, введення в дію планів екстрених ситуацій, повідомлення відповідних служб та органів контролю за безпекою та здоров'ям.

Усі ці заходи мають на меті забезпечення безпеки та здоров'я працівників під час роботи з біоіндикаторами. Крім того, для покращення умов роботи з біоіндикаторами, можна використовувати наступні додаткові заходи:

1. Мінімізація впливу шкідливих речовин. Під час проведення біоіндикації можуть використовуватися шкідливі речовини, які можуть мати негативний вплив на здоров'я працівників. Для зменшення ризику впливу шкідливих речовин можна використовувати біоіндикатори, які не містять таких речовин, а також встановлювати системи витяжки та очищення повітря.
2. Навчання працівників. Важливо навчити працівників правилам роботи з біоіндикаторами, а також знайомити їх з можливими ризиками та способами їх запобігання. Також можна проводити тренінги та семінари з безпеки праці під час роботи з біоіндикаторами.

| | |
|------------------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№поділ. | |

| | | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|--|-------------|-----|
| | | | | | | ОС 19510006 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | | | 41 |

3. Моніторинг здоров'я працівників. Для забезпечення безпеки та здоров'я працівників, які займаються проведенням біоіндикації, можна встановити систему медичного контролю. Ця система має включати регулярний медичний огляд працівників та виявлення можливих захворювань, пов'язаних з роботою з біоіндикаторами [20].
4. Використання автоматизованих систем. Для зменшення ризиків та покращення умов роботи з біоіндикаторами можна використовувати автоматизовані системи, які дозволяють проводити біоіндикацію без прямого контакту з біоіндикаторами. Такі системи можуть включати роботизовані установки, датчики та інші пристрої, які дозволяють збирати дані без прямого контакту з біоіндикаторами.
5. Застосування заходів інженерної безпеки. Для забезпечення безпеки під час роботи з біоіндикаторами можна використовувати інженерні заходи, такі як встановлення спеціальних пристроїв та обладнання для захисту працівників від шкідливих впливів, наприклад, систем вентиляції, фільтрів, ізоляційних камер, систем відсмоктування газів та ін. [22].
6. Використання персональних засобів захисту. Для запобігання контакту з біоіндикаторами та зменшення ризиків для здоров'я працівників можна використовувати персональні засоби захисту, такі як респіратори, захисні костюми, рукавиці та окуляри.
7. Регулярне технічне обслуговування обладнання. Для забезпечення надійності та ефективності роботи з біоіндикаторами необхідно регулярно проводити технічне обслуговування обладнання, що використовується для проведення біоіндикації. Це дозволить запобігти можливим випадкам аварій та зберегти здоров'я працівників [21].

Загальною метою всіх цих заходів є забезпечення безпеки та здоров'я працівників, які займаються проведенням біоіндикації, а також забезпечення надійності та точності результатів біоіндикації. Дотримання цих заходів також дозволяє зменшити ризики для навколишнього середовища та забезпечити

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

ОС 19510006

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

42

ефективне використання біоіндикаторів в наукових та практичних дослідженнях.

4.3 Технічні засоби захисту працівників, що використовуються під час проведення біоіндикації.

Під час проведення біоіндикації, використання технічних засобів захисту працівників є дуже важливим для запобігання можливих ризиків та захисту їхнього здоров'я. Деякі з найпоширеніших технічних засобів захисту, які можуть використовуватися під час проведення біоіндикації, наведено нижче [17].

1. Особистий захист. До основних засобів особистого захисту працівників, що займаються біоіндикацією, входять респіратори, захисні окуляри, захисні костюми, рукавиці та боти. Респіратори використовуються для захисту від вдихання потенційно небезпечних речовин, які можуть знаходитися в повітрі. Захисні окуляри, костюми, рукавиці та боти використовуються для захисту від потенційного контакту з біоіндикаторами та іншими можливо небезпечними речовинами.
2. Витяжні системи. Використання витяжних систем дозволяє знизити ризик вдихання небезпечних речовин та запобігти їхньому потраплянню на шкіру. Такі системи можуть бути встановлені над робочим місцем або біля нього для забезпечення ефективного забору забрудненого повітря.
3. Очищувальні системи. Для очищення повітря від можливо небезпечних речовин можуть використовуватися спеціальні очищувальні системи. Ці системи зазвичай складаються з фільтрів та інших пристроїв, які дозволяють знизити рівень забруднення повітря.
4. Автоматизовані системи. Автоматизовані системи можуть бути використані для забезпечення безпеки працівників, які проводять біоіндикацію. Такі системи можуть включати в себе автоматичні датчики, які вимірюють концентрацію можливо небезпечних речовин в повітрі, температуру та інші

| | | | | |
|----------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| Інв. № по одл. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

параметри. Якщо виявлено підвищення рівня концентрації небезпечних речовин, система може автоматично ввімкнути витяжну або очищувальну систему для зниження рівня забруднення повітря.

5. Інструктаж та навчання. Окрім використання технічних засобів захисту, надання інструктажів та навчання працівників щодо безпеки та процедур, пов'язаних з проведенням біоіндикації, також є важливим кроком у забезпеченні їхньої безпеки. Працівники повинні бути навчені про правильне використання технічних засобів захисту, як виявляти небезпечні ситуації та як вчасно реагувати на них [17].
6. Регулярний медичний огляд. Профілактичні медичні огляди працівників, які проводять біоіндикацію, є ще одним важливим елементом забезпечення їхньої безпеки. Регулярні медичні огляди можуть виявити можливі наслідки впливу небезпечних речовин на здоров'я працівників та дозволити забезпечити їм належне лікування та догляд.

Усі ці заходи допоможуть забезпечити безпеку працівників, які проводять біоіндикацію, та знизити ризик їхнього впливу на навколишнє середовище [33].

Таблиця нижче містить деякі з автоматизованих систем, які можуть бути використані для забезпечення безпеки працівників, що займаються біоіндикацією:

Таблиця 4.1 - Автоматизовані системи, які можуть бути використані для забезпечення безпеки працівників, що займаються біоіндикацією

| Назва системи | Опис |
|--|---|
| Автоматизовані системи моніторингу повітря | Ці системи використовуються для моніторингу рівня забруднення повітря на робочому місці та попередження працівників про можливі небезпечні рівні. |

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подел. | |

Продовження таблиці 4.1

| | |
|--|--|
| Автоматизовані системи контролю за витратою речовин | Ці системи використовуються для автоматичного контролю за витратою рідин та інших речовин, що використовуються в процесі біоіндикації. Вони можуть попереджати працівників про можливі перевищення нормативів витрат. |
| Автоматизовані системи контролю за температурою та вологістю | Ці системи використовуються для контролю за умовами робочого середовища. Вони можуть автоматично вимірювати температуру та вологість повітря та попереджати працівників про можливі небезпечні умови. |
| Автоматизовані системи безпеки роботи | Ці системи використовуються для автоматичного контролю за безпекою робочого місця. Вони можуть автоматично вимірювати рівень шуму, вібрації та інших параметрів робочого середовища та попереджати працівників про можливі небезпечні умови. |

Ці автоматизовані системи можуть значно знизити ризик виникнення небезпеки для працівників, які займаються біоіндикацією. Вони можуть також допомогти забезпечити відповідність процедурам та нормам безпеки та зменшити можливість помилок людського фактору. Деякі з автоматизованих систем, які можуть бути використані під час проведення біоіндикації, наведені нижче [34].

| | | | | |
|-------------|--------------|---------------|-------------|--------------|
| Інв. №подл. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. №дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

Таблиця 4.2 - Технічні засоби захисту, які можуть бути використані під час проведення біоіндикації

| Технічні засоби захисту | Опис |
|------------------------------|--|
| Системи моніторингу | Вимірювання та моніторинг рівня небезпечних речовин у повітрі, воді та ґрунті. Моніторинг даних щодо кліматичних умов та інших факторів, що можуть впливати на результати біоіндикації. |
| Системи управління процесами | Автоматизація процесів, пов'язаних з підготовкою зразків, обробкою даних та іншими етапами біоіндикації. Забезпечення точності та стандартизації процесів, зменшення можливості помилок. |
| Системи управління даними | Збір, зберігання та аналіз даних, пов'язаних з біоіндикаторами та іншими факторами, що впливають на результати біоіндикації. Забезпечення точності та стандартизації даних, забезпечення зручного доступу до даних для аналізу та інтерпретації. |

1. Системи моніторингу. Ці системи можуть бути використані для вимірювання та моніторингу рівня небезпечних речовин, що можуть знаходитися в повітрі, воді та ґрунті. Вони можуть також використовуватися для моніторингу даних щодо кліматичних умов та інших факторів, які можуть впливати на результати біоіндикації.

2. Системи управління процесами. Ці системи можуть бути використані для автоматизації процесів, пов'язаних з підготовкою зразків, обробкою даних та

| | | | | |
|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|
| Інв. № докл. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. № доубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

іншими етапами біоіндикації. Вони можуть допомогти забезпечити точність та стандартизацію процесів, а також зменшити можливість помилок.

3. Системи управління даними. Ці системи можуть бути використані для збору, зберігання та аналізу даних, пов'язаних з біоіндикаторами та іншими факторами, що впливають на результати біоіндикації. Вони можуть допомогти забезпечити точність та стандартизацію даних, а також забезпечити зручний доступ до даних для аналізу та інтерпретації [35].

З таблиці видно, що існує різноманітність технічних засобів захисту, які можуть бути використані під час проведення біоіндикації. Ці засоби можуть допомогти знизити ризики для здоров'я людей, які займаються біоіндикацією, а також забезпечити відповідність процедурам та нормам безпеки.

Системи моніторингу можуть бути використані для вимірювання та моніторингу рівня небезпечних речовин в навколишньому середовищі, що може бути важливим для оцінки стану довкілля. Системи управління процесами можуть забезпечити точність та стандартизацію процесів, пов'язаних з біоіндикацією, що допоможе зменшити можливість помилок та покращити якість даних. Системи управління даними можуть збирати, зберігати та аналізувати дані, пов'язані з біоіндикаторами та іншими факторами, що впливають на результати біоіндикації, забезпечуючи зручний доступ до даних для аналізу та інтерпретації [37].

Отже, використання цих технічних засобів захисту може значно покращити ефективність та безпеку процесу біоіндикації.

| | | | | |
|-------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подел. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

| | | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|--|-------------|-----|
| | | | | | | ОС 19510006 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | | | 47 |

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі проведений огляд проблематики забруднення довкілля в процесі антропогенної діяльності, який включає забруднення атмосферного повітря, ґрунтів та водних ресурсів. Для оцінювання рівня забруднення довкілля за станом біоти в природних умовах було розглянуто методи біоіндикації, зокрема біоіндикацію забруднення атмосферного повітря, біоіндикаційне оцінювання ступеня забруднення ґрунтового покриву та біоіндикацію екологічного стану водних ресурсів. Також, розроблено узагальнену схему комплексної оцінки рівня забруднення екосистеми за станом біоти з використанням геоінформаційних систем.

В розділі 3 досліджено економічну ефективність використання біоіндикації як експрес-оцінки стану компонентів довкілля. Проведено аналіз витрат на проведення біоіндикації порівняно з іншими методами оцінки стану довкілля та розрахунок показників економічної ефективності використання біоіндикації в діяльності підприємств.

У розділі 4 розглянуто питання охорони праці під час проведення біоіндикації, зокрема законодавчі та нормативні вимоги щодо охорони праці, заходи щодо запобігання травматизму та інших негативних наслідків для здоров'я під час проведення біоіндикації та технічні засоби захисту працівників, що використовуються під час проведення біоіндикації.

Загалом, дослідження показало, що використання біоіндикації є ефективним інструментом для експрес-оцінки стану довкілля та дозволяє отримати достовірні результати швидше та за менші витрати порівняно з іншими методами. Крім того, розроблена узагальнена схема комплексної оцінки рівня забруднення екосистеми за станом біоти дозволяє проводити цілеспрямовані заходи щодо зменшення впливу антропогенної діяльності на довкілля.

| | |
|---------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв. № дубл. | |
| Взаєм. інв. № | |
| Підп. і дата | |
| Інв. № подл. | |

ОС 19510006

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

48

Однак, важливим аспектом використання біоіндикації є питання охорони праці. Згідно з аналізом законодавчих та нормативних вимог, під час проведення біоіндикації необхідно дотримуватися певних заходів щодо охорони праці та використання технічних засобів захисту. Тому, при плануванні та проведенні досліджень з використанням біоіндикації необхідно дотримуватися всіх вимог з охорони праці та використовувати необхідні засоби захисту.

Отже, на основі проведеного дослідження можна зробити висновок, що використання біоіндикації є ефективним інструментом для експрес-оцінки стану довкілля та може бути використано підприємствами для вирішення проблем з екологією. Однак, при плануванні та проведенні досліджень з використанням біоіндикації необхідно дотримуватися всіх вимог з охорони праці та використовувати необхідні засоби захисту.

| | | | | | | |
|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------|-----|
| Інв. № подел. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата | ОС 19510006 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | | 49 |

11. Шармазанашвілі З. Г., Петрова Л. А. Методи біоіндикації у гідробіології. К.: Наукова думка, 2010. – 336 с.
12. Нагорна О. В., Ремез О. В., Камінська Г. В. Біоіндикація забруднення рослин у степовій зоні України. К.: Видавництво Української Академії Наук, 2007. – 252 с.
13. Шадріна Л. М. Біоіндикація забруднення навколишнього середовища антибіотиками. К.: Видавництво Української Академії Наук, 2014. – 148 с.
14. Шалай В. В., Петренко А. А., Кірілова Г. А. Оцінка впливу різних джерел забруднення на стан екосистем. К.: Видавництво НАН України, 2016. – 312 с.
15. Рябов В. О., Шестопапов В. М., Шабанова Н. В. Біоіндикація стану лісових екосистем. К.: Логос, 2003. – 416 с.
16. Болотов І. Н., Мінаєва Н. В. Біоіндикація екосистем: від теорії до практики. М.: ГЕОС, 2015. – 448 с.
17. Мікульова Р. М., Гуменюк В. О. Біоіндикація як метод вивчення стану ландшафтів. К.: Видавництво НУБіП України, 2017. – 332 с.
18. Державний стандарт України. Оцінка впливу на довкілля. Терміни та визначення. ДСТУ 3962:2019. – Введено 2020-02-01.
19. Державний стандарт України. Оцінка впливу на довкілля. Загальні вимоги до проведення. ДСТУ 3964:2019. – Введено 2020-02-01.
20. Державний стандарт України. Оцінка впливу на довкілля. Методика визначення показника забруднення. ДСТУ 3965:2019. – Введено 2020-02-01.
21. Державний стандарт України. Оцінка впливу на довкілля. Методика визначення рівня вібрації. ДСТУ 3966:2019. – Введено 2020-02-01.
22. Державний стандарт України. Оцінка впливу на довкілля. Методика визначення рівня шуму. ДСТУ 3967:2019. – Введено 2020-02-01.
23. Державний стандарт України. Оцінка впливу на довкілля. Методика визначення рівня вібрації та шуму на робочому місці. ДСТУ 3968:2019. – Введено 2020-02-01.

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подел. | |

ОС 19510006

Арк

Вип Арк № докум. Підп. Дата

51

24. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 № 1264-ХІІ.
25. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ.
26. Закон України «Про охорону праці від впливу електромагнітного випромінювання» від 23.05.2002 № 3612-ІІІ.
27. Закон України «Про відходи» від 18.09.1995 № 187/95-ВР.
28. Закон України «Про ратифікацію Киотського протоколу до Рамкової конвенції ООН зі зміни клімату» від 23.05.2002 № 395-ІV.
29. Закон України «Про впровадження рішень Рамкової конвенції ООН зі зміни клімату» від 13.01.2000 № 1399-ХІV.
30. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про порядок організації та проведення оцінки впливу на довкілля» від 05.06.1998 № 879.
31. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку оцінки впливу на довкілля проектів будівництва» від 30.06.2004 № 807.
32. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Переліку підприємств, установ та організацій, які мають право проводити оцінку впливу на довкілля» від 06.10.1999 № 1918.
33. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Типового положення про організацію оцінки впливу на довкілля» від 16.07.2008 № 646.
34. Головне управління статистики у Львівській області. Статистичний збірник «Стан довкілля та природних ресурсів Львівської області за 2020 рік». 2021.
35. Інститут проблем екології та геохімії імені М.М. Марзієва НАН України. Звіт «Стан навколишнього природного середовища в Україні у 2020 році». 2021.
36. Міністерство охорони навколишнього природного середовища та природних ресурсів України. Державний звіт про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2020 році. 2021.
37. Кушнір А.М., Яськів І.І. «Екологія і природоохоронна діяльність». Київ: Центр учбової літератури, 2017.

| | |
|---------------|--------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм. інв. № | Інв. № дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв. № подл. | |

ОС 19510006

Арк

52

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

- 38.Хижняк О. М., Гуцул В. П. «Екологія і природоохоронна діяльність: навчальний посібник». Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2020.
- 39.Рафальська-Пасік Я., Терещенко Т.А. «Екологічний моніторинг навколишнього середовища: навчальний посібник». Київ: НАУ, 2016.
- 40.Полюга С.М. «Екологія та охорона навколишнього середовища: навчальний посібник». Київ: КНЕУ, 2019.
- 41.Манько О.В., Рожко В.М. «Екологічна безпека та раціональне використання природних ресурсів: навчальний посібник». Київ: Центр учбової літератури, 2018. -268 с.
- 42.Серед наведених джерел зустрічається як статистична інформація щодо стану довкілля в Львівській області за 2020 рік, так і наукові підручники та посібники з екології та природоохоронної діяльності.
- 43.Статистичний збірник «Стан довкілля та природних ресурсів Львівської області за 2020 рік» виданий Головним управлінням статистики у Львівській області та містить інформацію про кількість та стан різних видів природних ресурсів, рівень забруднення довкілля, стан біорізноманіття тощо.
- 44.Звіт Інституту проблем екології та геохімії імені М.М. Марзієва НАН України «Стан навколишнього природного середовища в Україні у 2020 році» містить детальний аналіз екологічної ситуації в Україні, включаючи аспекти природоохоронного законодавства, проблеми забруднення довкілля, екологічну безпеку та раціональне використання природних ресурсів.

| | | | | |
|-------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подел. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |