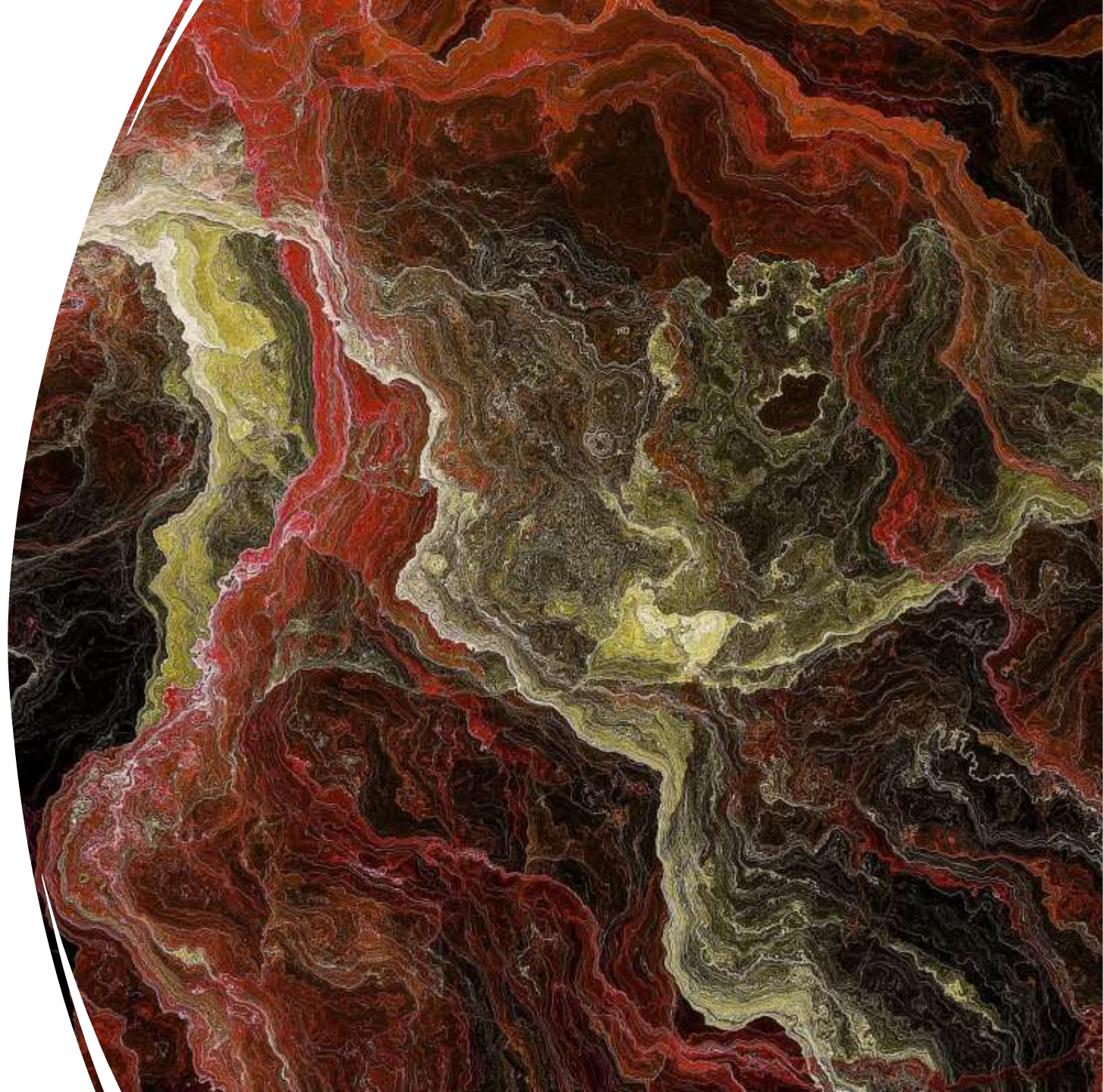


ЛЕКЦІЯ №10
Індикатори та
рамка **DPŚIR** в
екологічному
управлінні



1. Значення індикаторів у екологічному управлінні

2. Рамка DPSIR: концептуальна модель взаємодії «суспільство ↔ довкілля»

3. Побудова систем екологічного моніторингу в моделі DPSIR

4. Валідація та верифікація даних

5. Використання індикаторів у практиці екологічного управління

6. Виклики застосування індикаторів та перспективи

1. Значення індикаторів у екологічному управлінні

- Екологічні індикатори є ключовим аналітичним інструментом, який дозволяє *кількісно та якісно* оцінювати вплив антропогенних процесів на довкілля, визначати ступінь екологічної загрози, прогнозувати зміни у природних системах та керувати природоохоронною діяльністю підприємств, регіонів і держави.
- Вони становлять основу сучасних систем екологічного моніторингу, систем екологічної політики (EU Green Deal, SDGs), екологічного менеджменту (ISO 14001, EMAS), оцінки ризиків (QRA), оцінки життєвого циклу (LCA), а також міжнародної корпоративної звітності (ESG).

У структурі
екологічного
управління
індикатори
виконують
такі ключові
функції:

1) Інформаційна функція

2) Аналітична функція

3) Прогнозна функція

4) Управлінська функція

5) Контрольна функція

Інформаційна функція

- Індикатори дають можливість описати стан довкілля в зрозумілій, вимірюваній та стандартизованій формі. Вони є мовою комунікації між науковцями, управлінцями, бізнесом та громадськістю.





Аналітична функція

Індикатори дозволяють:

- оцінювати екологічні тренди;
- виявляти «гарячі точки» (hot spots) забруднення;
- визначати причинно-наслідкові зв'язки.

Прогнозна функція

На основі індикаторів вибудовують прогностичні моделі:

- AI/ML-моделі динаміки викидів;
- моделі якості повітря;
- водно-екологічні моделі (наприклад, SWAT, MIKE ECO Lab);
- кліматичні моделі (GCM/RCM).





Управлінська функція

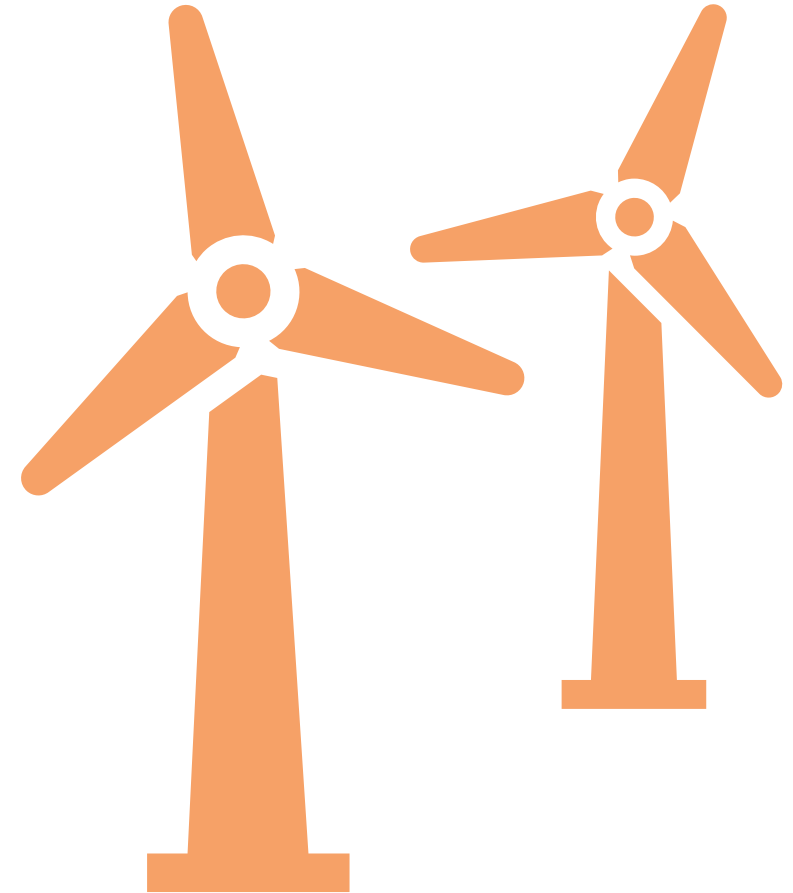
Індикатори дають основу для:

- прийняття управлінських рішень;
- розробки природоохоронних заходів;
- визначення пріоритетів для інвестицій.

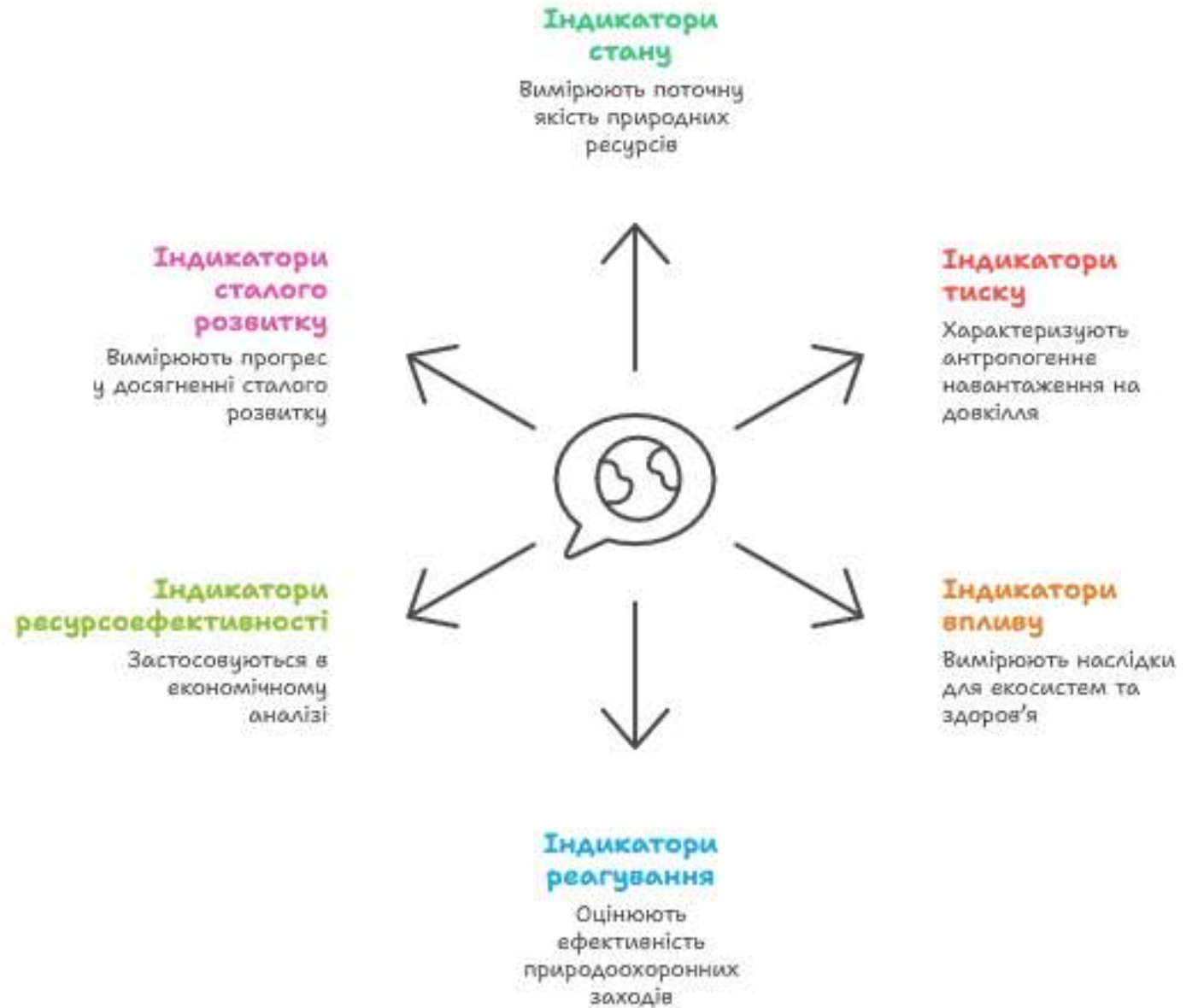
Контрольна функція

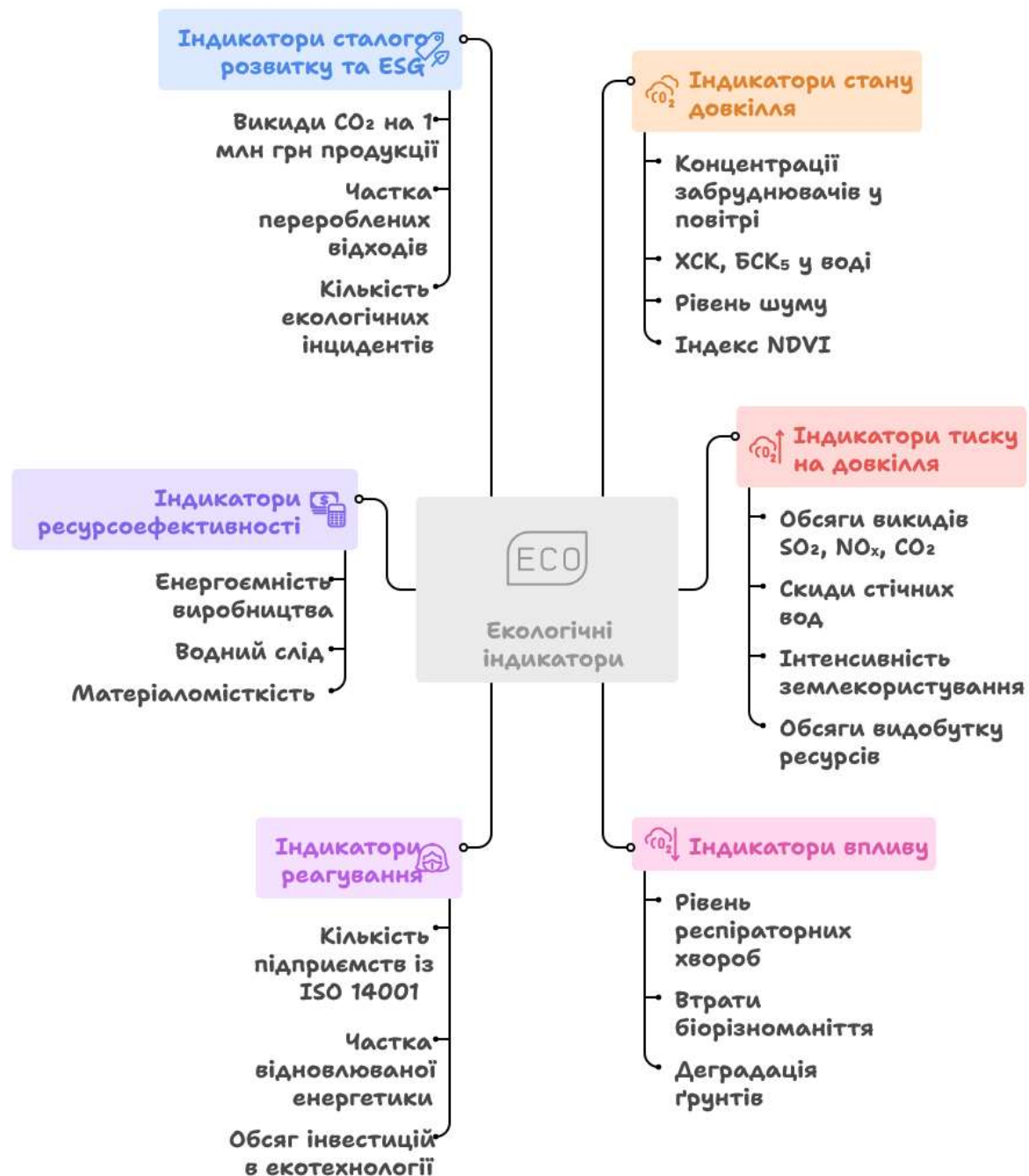
Індикатори застосовують для оцінки ефективності впроваджених технологій:

- фільтри → зниження $PM_{2.5}$;
- замкнені цикли води → зменшення водозабору;
- «зелена» енергетика → зниження CO_2 .



Типи екологічних індикаторів

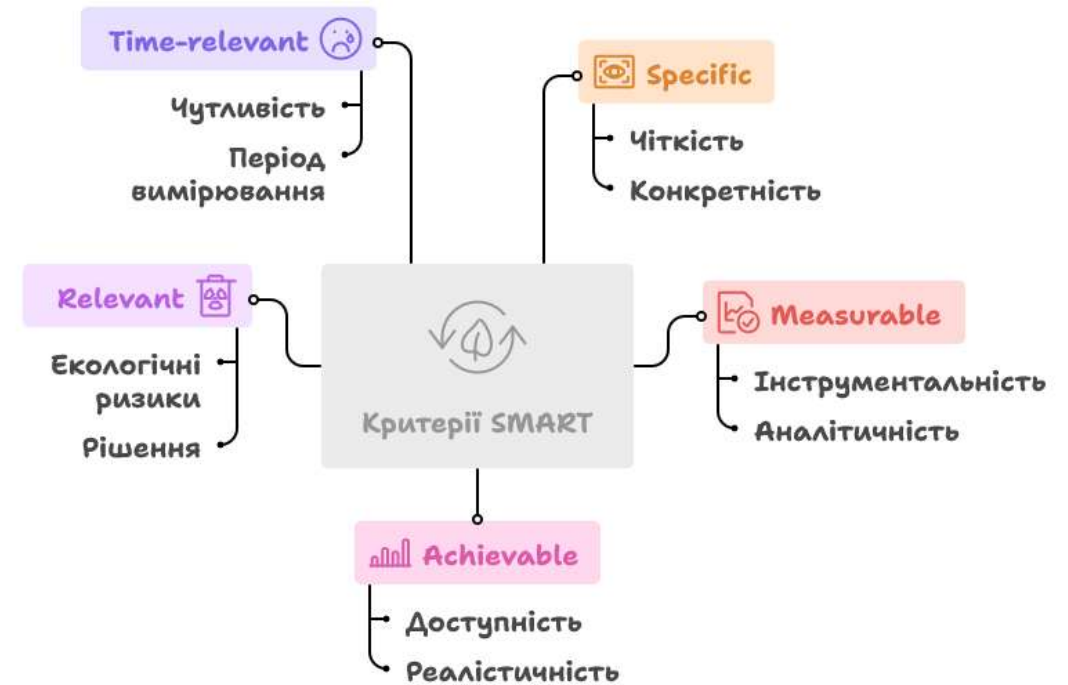




Вимоги до екологічних індикаторів (**SMART + RBT** підхід)

- Індикатори повинні бути:
- S - Specific (**специфічні**)
 - чітко відображають конкретну проблему.
- M - Measurable (**вимірювані**)
 - можуть бути виміряні інструментально чи аналітич.
- A - Achievable (**досяжні**)
 - дані доступні у моніторинговій системі.
- R - Relevant (**релевантні**)
 - пов'язані з екологічними ризиками та рішеннями.
- T - Time-relevant (**чутливі до часу**)
 - реагують на зміни протягом періоду вимірювання.

Критерії SMART для Екологічних Індикаторів



Made with Napkin

Також важливий підхід RBT - Risk-Based Thinking, який акцентує на тому, що індикатори повинні бути орієнтовані на оцінку ризиків.

Практичне значення індикаторів для підприємств

1) Екологічний менеджмент (ISO 14001)

- Індикатори потрібні для визначення:
- значимих екологічних аспектів,
- екологічних цілей і програм,
- контролю технологій.

2) Вибір технологій та BAT-рішень

- Індикатори дозволяють:
- порівняти різні варіанти технологічних схем;
- оцінити енерго-, водо-, матеріаломісткість;
- визначити ефективність очисних систем.

3) Процедури ОВД та СЕО

- Індикатори є основою:
- оцінювання впливів на довкілля;
- моделювання альтернатив;
- визначення порогів допустимих впливів.

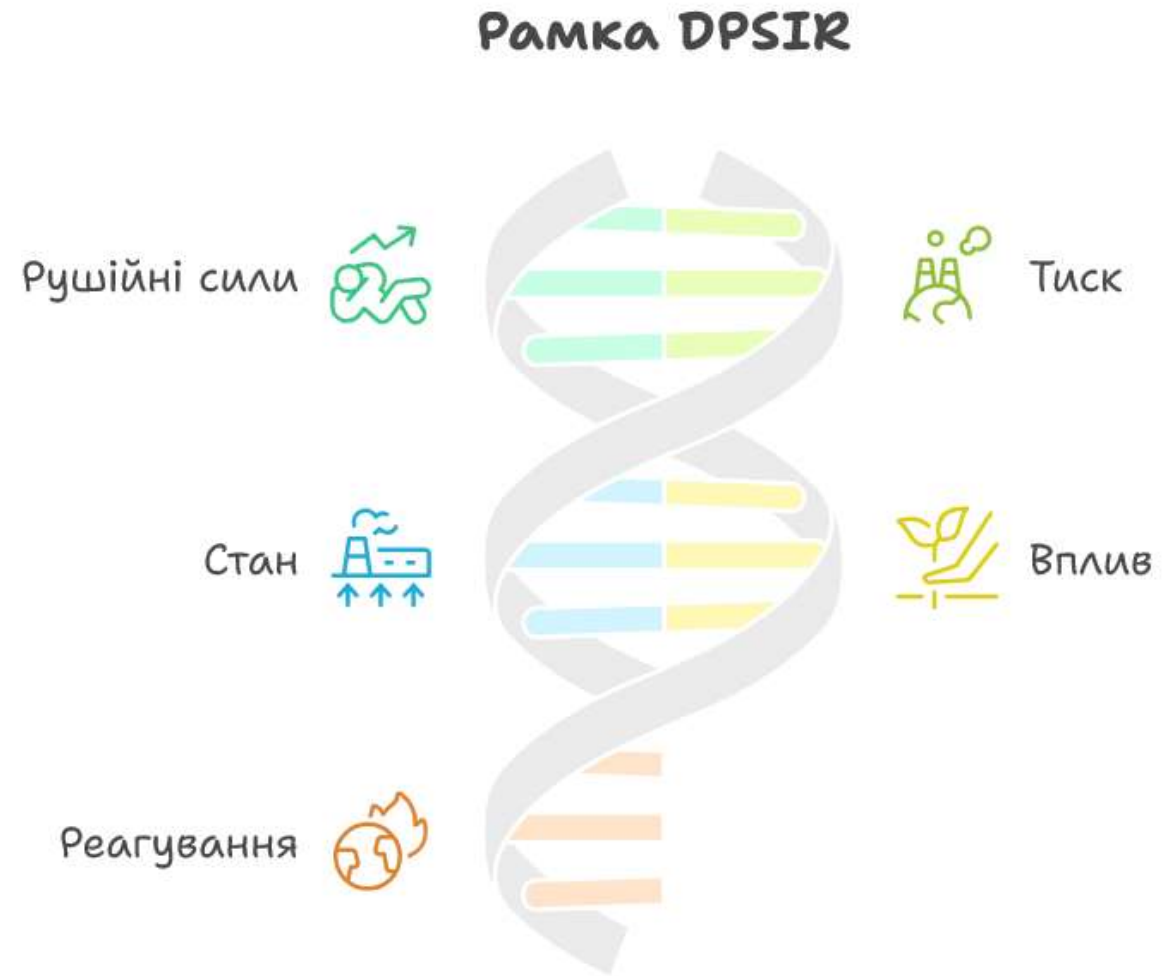
4) Екологічні аудити та ESG-звітність

- Індикатори використовуються для:
- річної звітності підприємств;
- рейтингу екологічної відповідальності;
- корпоративного управління ризиками.

-
- *Отже, екологічні індикатори - це фундамент екологічного управління. Вони забезпечують об'єктивність аналізу, точність прогнозів, прозорість екологічної діяльності підприємств і держави та дозволяють реалізувати стратегічні екологічні цілі. Без індикаторів сучасні системи управління станом довкілля, моніторинг та екологічна політика були б неефективними та некерованими.*

2. Рамка **DPSIR**: концептуальна модель взаємодії «суспільство ↔ довкілля»

- Рамка DPSIR (Drivers-Pressures-State-Impact-Response) є однією з найбільш застосовуваних концептуальних моделей в екологічному управлінні, розробленою Європейським агентством з довкілля (EEA). Вона дозволяє систематизувати інформацію про природні та антропогенні процеси, встановити причинно-наслідкові зв'язки та інтегрувати екологічні дані у прийняття рішень.



DPSIR виступає
універсальним
інструментом
для:

створення систем екологічного моніторингу;

оцінювання екологічних ризиків;

планування природоохоронних заходів;

підготовки аналітичних звітів і екологічної
політики;

моделювання сценаріїв розвитку екологічних
ситуацій;

розвитку системи Indicators-Based Environmental Management.

Drivers (рушійні сили): соціально-економічні фактори, що генерують потребу у ресурсах

- **Рушійні сили** (D) – це стратегічні соціальні, демографічні, економічні та політичні тренди, які визначають загальну інтенсивність взаємодії суспільства з природними ресурсами.

Приклади рушійних сил:

урбанізація та збільшення щільності населення;

економічне зростання, індустріалізація;

розвиток енергетики та IT-технологій;

глобальні торгові процеси;

зміни споживчих пріоритетів;

агропромисловий розвиток;

зміна клімату як мегадрайвер.

Приклади індикаторів Drivers:

- темпи зростання ВВП;
- демографічна динаміка;
- структура національної економіки;
- рівень урбанізації;
- індекс індустріального розвитку UNIDO.

Pressures (тиски): антропогенне навантаження на довкілля

Типи тисків:

- **Викиди в атмосферу:**
 CO_2 , NO_x , SO_2 , ЛОС, пилові частинки.
- **Скиди у водні об'єкти:**
стоки з високими БСК, ХСК, ПАР, солями.
- **Фізичні зміни середовища:**
вирубубання лісів, урбанізація, фрагментація природних територій.
- **Вилучення природних ресурсів:**
водозабір, видобуток корисних копалин, обробіток ґрунтів.
- **Шум, вібрація, світлове забруднення.**

Приклади індикаторів Pressures:

- обсяг промислових викидів (т/рік);
- водозабір підприємствами;
- площа вирубаних лісів;
- інтенсивність транспортних потоків;
- обсяг сільськогосподарських добрив, внесених у ґрунт.

State (стан): характеристика довкілля після дії тисків

Стан охоплює такі компоненти:

якість атмосферного повітря (AQI, ІЗА);

хімічний стан вод (БСК₅, ХСК, азотні сполуки);

гідроморфологічний стан річок;

якість ґрунтів (важкі метали, гумус);

біорізноманіття (індекс Шеннона, Red List Index);

стан лісів (NDVI, FVC).

Приклади індикаторів State:

- концентрації $PM_{2.5}$, PM_{10} ;
- індекс евтрофікації;
- індекс чистоти річок;
- показники деградації ґрунтів;
- індекс видового багатства.

Impact (наслідки): вплив зміненого стану довкілля на суспільство та екосистеми

Приклади
екологічних
наслідків:

зменшення
біорізноманіття;

деградація
земель;

евтрофікація
водойм;

порушення
водного балансу;

зниження
стійкості лісових
екосистем.

- **Соціально-економічні наслідки:**
- зростання захворюваності населення;
- економічні збитки від забруднення;
- підвищення ризиків стихійних лих;
- погіршення якості життя.

Приклади індикаторів *Impact*:



Response (заходи реагування): управління, технології, політика

- **Заходи реагування** ($\mathbb{R}$) – це дії держави, бізнесу, громадськості, спрямовані на усунення причин, зменшення тисків або пом'якшення наслідків.

Типи *Response*:

1) Інституційно-політичні заходи

- екологічне законодавство;
- екологічне оподаткування;
- національні стратегії (кліматична, водна, лісова).

2) Технологічні заходи

- впровадження BAT;
- очисні споруди (RTO, фільтри, мембрани);
- циркулярні рішення;
- енергоефективні технології.

3) **Управлінські заходи**

- ISO 14001, EMAS;
- ESG-контроль;
- екологічні аудити.

4) **Соціальні та освітні заходи**

- екоосвіта;
- прозорість екологічних даних;
- екомоніторингові платформи.

Приклади індикаторів *Response*:

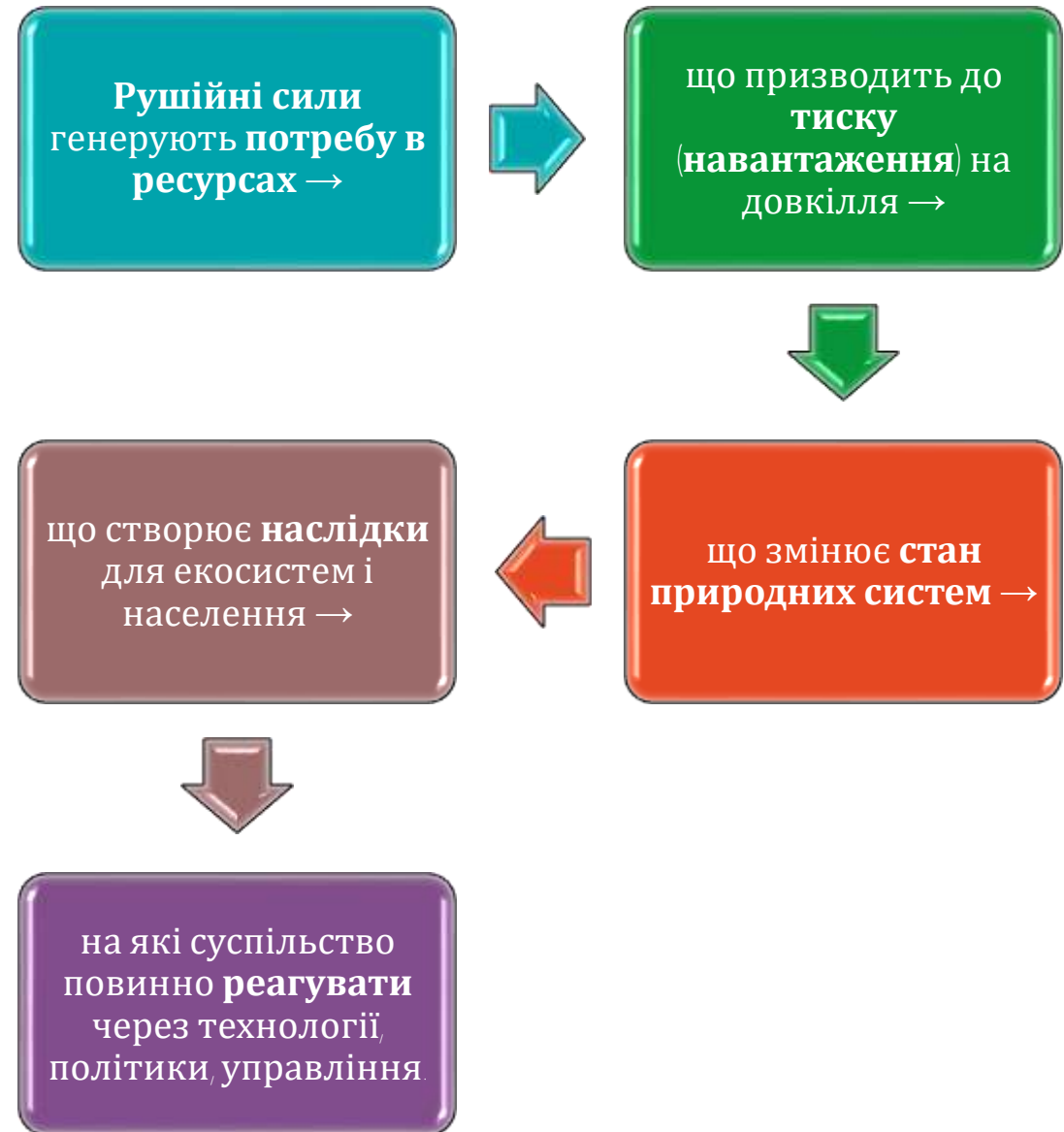
частка підприємств із ISO 14001;

рівень інвестицій у природоохоронні заходи;

кількість впроваджених BAT технологій;

зниження рівнів викидів за 5 років.

Модель DPSIR формує цілісну логіку:



Приклади
застосування
DPSIR в
екологічному
аналізі

Забруднення повітря у промисловому регіоні

D: промислове виробництво, транспорт

P: викиди SO_2 , NO_x , $PM_{2.5}$

S: високі рівні забруднення повітря

I: респіраторні захворювання

R: газоочистка, транспортна модернізація,
зелена зона

Евтрофікація річки

D: аграрний розвиток

P: стоки з високими N і P

S: падіння прозорості, замор риби

I: втрати рибних запасів

R: буферні смуги, очисні споруди,
регулювання добрив

Деградація ґрунтів

D: інтенсивне землекористування

P: ерозія, хімічне забруднення

S: зниження гумусу

I: падіння врожайності

R: відновлення ґрунтів,
агролісомеліорація

-
- Таким чином, модель *DPSIR* - це універсальний інструмент системного екологічного аналізу, що дозволяє зрозуміти повний ланцюг взаємодії між соціально-економічним розвитком і станом природного середовища. Вона дозволяє будувати науково обґрунтовані системи моніторингу, проводити оцінку ризиків, формувати екологічні політики та приймати ефективні управлінські рішення на рівні підприємств, регіонів і держав.

3. Побудова систем екологічного моніторингу в моделі **DPSIR**

- Побудова екологічного моніторингу в межах моделі **DPSIR** дозволяє формувати **інтегровані, причинно-наслідкові та адаптивні системи спостереження**, у яких кожен елемент - від «рушійних сил» до «заходів реагування» - має відповідні індикатори, методи збору даних та процедури аналізу.

У системах
державного,
регіонального
та
корпоративного
моніторингу
DP&IR дозволяє:

стандартизувати логіку збору даних;

*розмежувати джерело проблеми,
фактичний стан та наслідки;*

*визначати пріоритети екологічної
політики;*

оцінювати ефективність
природоохоронних заходів;

моделювати сценарії змін
екологічної ситуації у часі.

Система моніторингу у структурі **DPSIR** ґрунтується на таких фундаментальних принципах:

1

1) Причинно-наслідкова повнота

2

2) Інтеграція соціальних, економічних, біофізичних даних

3

3) Багаторівневість

4

4) Адаптивність

1) **Причинно-наслідкова повнота**

- Потрібно охопити всі компоненти:
 $D \rightarrow P \rightarrow S \rightarrow I \rightarrow R$, щоб будь-яка зміна у системі мала зрозуміле походження та наслідок.

2) **Інтеграція соціальних, економічних, біофізичних даних**

- Моніторинг не обмежується вимірюванням забруднень - він включає демографію, економіку, інфраструктуру.

3) Багаторівневість

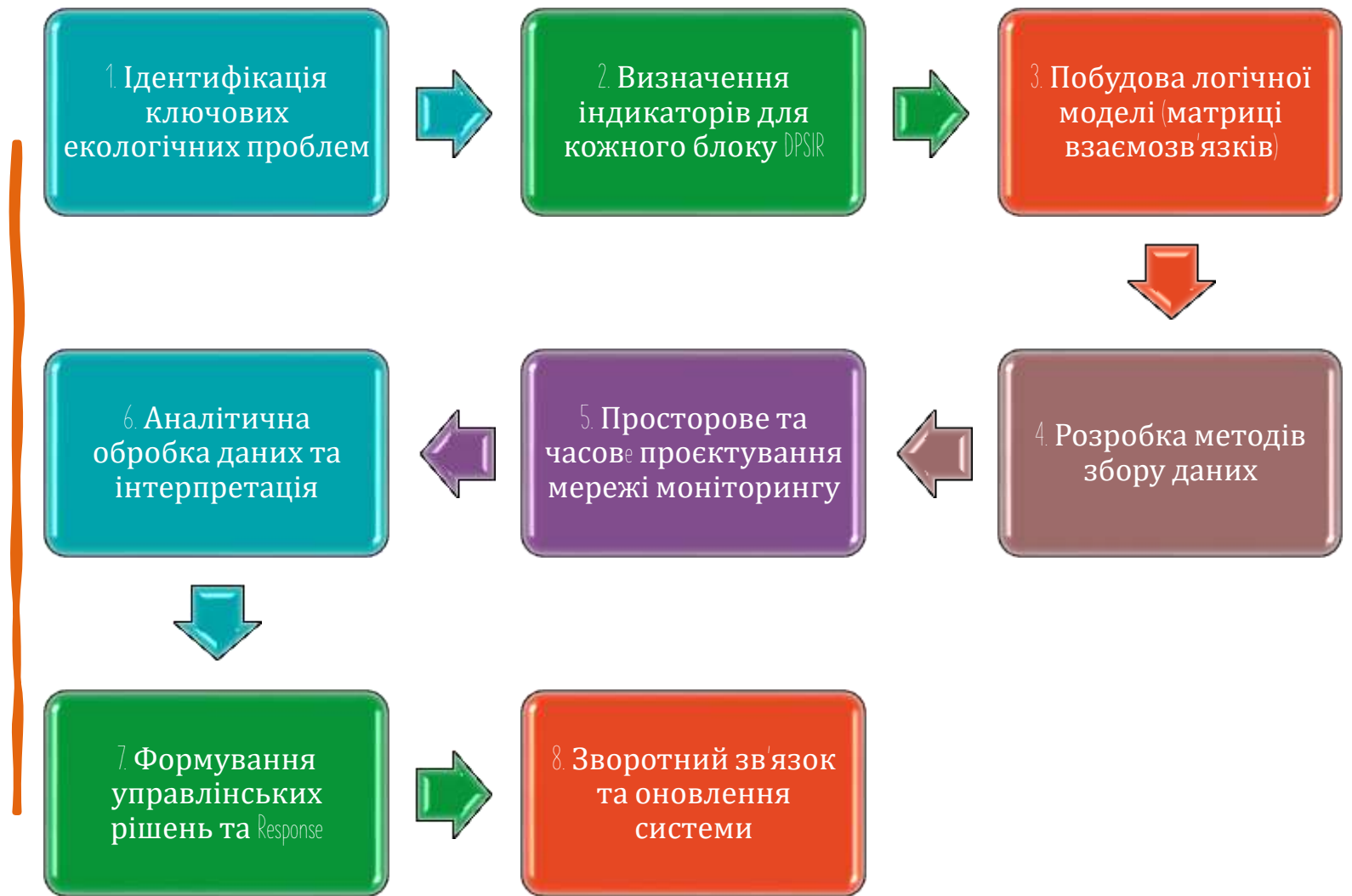
Моніторинг охоплює:

- локальний рівень (підприємство, пост моніторингу);
- регіональний рівень (басейн річки, область);
- національний рівень (державна система моніторингу).

4) Адаптивність

- Система повинна реагувати на зміни у технологіях, політиці, кліматичних тенденціях.

Етапи побудови системи моніторингу на основі DPSIR



Етап 1. Ідентифікація ключових екологічних проблем

Формулюється головна екологічна проблема, наприклад:

- забруднення повітря у промисловій агломерації;
- евтрофікація водного об'єкта;
- деградація ґрунтів;
- зменшення біорізноманіття.
- **Приклад:**
У місті X спостерігається перевищення $PM_{2.5}$ у 2,5 рази від норми
→ формуємо об'єкт моніторингу.

Етап 2. Визначення індикаторів для кожного блоку **DP_{SI}R**

Для кожної ланки формують *набір індикаторів*:

- D (**рушійні сили**): демографія, ВВП, транспортне навантаження;
- P (**тиск**): обсяг викидів, стічних вод, вирубок;
- S (**стан**): концентрації забруднювачів, індекс екосистемного стану;
- I (**наслідки**): захворюваність, збитки, деградація екосистем;
- R (**реагування**): ефективність фільтрів, обсяг інвестицій, впроваджені BAT.

Індикатори мають відповідати вимогам SMART + RBT.

Етап 3. Побудова логічної моделі (матриці взаємозв'язків)

Створюється структурована матриця або діаграма:

- яка рушійна сила породжує який тиск;
- які тиски змінюють стан довкілля;
- які наслідки виникають;
- які заходи реагування впливають на конкретні тиски чи наслідки.

- **Приклад:**

Економічне зростання → збільшення транспорту (D) → викиди NO_x (P)
→ погіршення AQI (S) → ріст астми (I) → екодизель, електробуси (R).

Етап 4. Розробка методів збору даних

1) Інструментальні методи

- автоматичні пости контролю повітря (CEMS);
- сенсори якості води;
- шумові та вібраційні датчики.

2) Лабораторний контроль

- хімічний аналіз води;
- газова хроматографія ЛОС;
- аналіз ґрунтів.

3) Дані дистанційного зондування Землі

- супутники Sentinel, Landsat;
- дрони;
- тепловізійні карти;
- NDVI, NDSI, NDWI.

4) Соціологічні та медичні дані

- рівень захворюваності;
- статистика звернень до лікарів;
- опитування про якість життя.

Етап 5. Просторове та часове проектування мережі моніторингу

Система повинна визначати:

1) Географічні точки моніторингу

- контрольні пости;
- басейнові точки;
- промислові "гарячі точки".

2) Частоту вимірювань

- real-time (щохвилинно) - для повітря та шуму;
- щоденно/щотижнево - для води;
- сезонно - для біорізноманіття.

3) Тривалість спостережень

- короткострокова оцінка (оперативний контроль);
- довгостроковий тренд (екологічна політика).

Етап 6. Аналітична обробка даних та інтерпретація

1) Статистичний аналіз

контроль трендів;

аналіз відхилень;

сезонна декомпозиція.

2) Моделювання

гідрологічні моделі (SWAT, HEC-RAS);

моделі якості повітря (AERMOD, CALPUFF);

моделі екосистемних послуг.

3) Моделі прогнозування (AI/ML)

прогноз рівнів $PM_{2.5}$;

прогноз цвітіння водоростей;

прогноз викидів за сценаріями розвитку.

Етап 7. Формування управлінських рішень та *Response*

На основі отриманих даних формуються:

01

технологічні
рішення (RTO,
мембрани, BAT);

02

нормативні
рішення
(обмеження
викидів);

03

програмні
рішення
(регіональні
екологічні
плани);

04

інвестиційні
рішення
(модернізація
виробництва).

Рішення прив'язуються
до конкретних блоків
DPSIR:

- **зменшення тиску** (P) → модернізація технологій,
покращення стану (S) → зелена інфраструктура,
зменшення наслідків (I) → обмеження ризиків, медичні програми.



Етап 8. Зворотний зв'язок та оновлення системи

- Модель *DPSIR* є циклічною: після впровадження заходів відстежується їхня результативність, і система оновлюється.

Проводиться:

- переоцінка індикаторів;
- аналіз ефективності *Response*;
- коригування цілей моніторингу;
- удосконалення технологій вимірювання.

Приклад повноцінної системи моніторингу **DPSIR** (на прикладі річкового басейну)

D - Рушійні сили: інтенсивне аграрне виробництво

P - Тиски: стоки зі вмістом NO_3^- та PO_4^{3-}

S - Стан: зменшення прозорості води, підвищення ХСК

I - Наслідки: евтрофікація, зменшення рибних запасів

R - Реагування: модернізація очисних споруд, буферні смуги, контроль добрив

Моніторинг включає:

- вимірювання концентрацій N і P ;
- спостереження за фітопланктоном;
- супутниковий аналіз цвітіння;
- оцінку екосистемних збитків.

Значення
DP&IR у
побудові
моніторингу.
Модель
дозволяє:

*формувати структуровані системи
спостереження;*

*відстежувати повні причинно –
наслідкові ланцюги;*

*інтегрувати технологічні, екологічні
та соціальні дані;*

*формулювати науково обґрунтовані
управлінські рішення;*

*забезпечувати прозорість
екологічної діяльності.*

-
- Система екологічного моніторингу, побудована за моделлю *DPSIR*, є сучасною, науково валідною та практично ефективною методологією, що дозволяє структурувати екологічну інформацію, забезпечувати точність екологічних прогнозів і підвищувати результативність управлінських рішень у галузі охорони довкілля.

4. Валідація та верифікація даних

- У сучасних системах екологічного моніторингу якість даних визначає достовірність усіх етапів управління довкіллям - від оцінювання стану природних ресурсів до прийняття управлінських рішень органами влади та підприємствами. Тому **валідація та верифікація даних** є обов'язковими компонентами екологічної аналітики, інтегрованими у структуру ISO 14001, ISO 19011, ISO 17025, а також у методологію DPSIR, LCA, QRA та ін.
- Ці процедури дозволяють уникнути хибних інтерпретацій, зменшити невизначеність та гарантувати наукову точність.

Валідація даних: гарантування відповідності реальним процесам

- **Валідація** (validation) – це процес підтвердження, що отримані екологічні дані **адекватно описують реальну екологічну ситуацію** і відповідають поставленим цілям моніторингу.

У контексті DPSIR
валідація
забезпечує
правильну
інтерпретацію.

- **стану довкілля** (S);
- **тисків** (P);
- **наслідків** (I).

Критерії валідації даних

1) **Повнота** (Completeness)

- Чи всі необхідні індикатори зібрані?
- Приклад: для аналізу евтрофікації потрібно мати N , P , хлорофіл-а, прозорість, БСК.

2) **Достовірність** (Accuracy)

- Наскільки близькі дані до реальних значень?

3) **Узгодженість**
(Consistency)

Дані різних методів
або постів не
повинні суттєво
суперечити одне
одному.

4) **Чутливість** (Sensitivity)

- Показники повинні реагувати на реальні зміни у середовищі.

Методи валідації

1) **Перехресна валідація** (Cross-validation)

- Порівняння результатів різних методів або лабораторій.

2) **Статистичні тести**

- порівняння трендів;
- аналіз розподілів;
- тестування аномалій.

3) **Порівняння з референтними даними**

- Напр.: зі стандартами WHO, EU AQI, національними нормами.

4) **Калібрування приладів**

- Перевірка точності автоматизованих сенсорів (CEMS, IoT).

5) **Контроль польових умов**

- Оцінка того, чи могли погодні або антропогенні фактори спотворити дані.

Верифікація даних: перевірка коректності методів та процесів

- **Верифікація** (verification) – це контроль того, чи **правильно зібрані, оброблені, збережені та інтерпретовані дані**, тобто перевірка технічної коректності всього процесу.

У DPSIR верифікація забезпечує надійність:

- методів збору даних про тиски (P),
- методів оцінки стану (S),
- алгоритмів обчислень, моделей прогнозу.

Критерії верифікації

**1) Технічна
правильність
методики**

Відповідність
стандартам
ISO, ДСТУ, EPA.

2) Відтворюваність

(Reproducibility)

- Однаковий результат при повторних вимірюваннях.

3) Трасованість (Traceability)

- Можливість простежити кожен крок:
- коли взято пробу,
- хто проводив аналіз,
- які реактиви використано.

4) Захищеність даних

- Чи не було стороннього втручання в дані (cyber-security аспект).

Методи верифікації

1) Аудит даних

Проводиться за ISO 19011 та ISO 14001:

- перевіряється журнал проб,
- методики аналізів,
- документація лабораторій.

2) Порівняння з незалежними джерелами

- Наприклад: дані супутників vs дані наземних постів.

3) Методологічна експертиза

Огляд
правильності:

- відбору проб,
- обробки,
- статистичної інтерпретації

4) Тестування «на правдоподібність»

- Чи мають дані екологічний сенс?
(Наприклад, неможливо мати ХСК 0 мг/дм³.)

Взаємозв'язок валідації та верифікації у **DP3IR**

- **Валідація відповідає на питання:**
 - *"Чи відображають дані реальний стан довкілля?"*
- **Верифікація відповідає на питання:**
 - *"Чи правильно ми ці дані зібрали і обробили?"*

У моделі
DP $\mathcal{S}$ IR це
забезпечує:



5. Використання індикаторів у практиці екологічного управління

1) Планування природоохоронних технологій

- обґрунтування потреби у газоочистці,
- модернізації очисних споруд,
- впровадженні циркулярних рішень.

2) ESG та корпоративної звітності

Компанії
звітують за
показниками:

ВИКИДИ CO₂,

ВОДНИЙ СЛІД,

ВІДХОДИ,

РИЗИКИ ДЛЯ
БІОРІЗНОМАНІТТЯ.

3) Оцінки ефективності екологічної політики

національні програми
зменшення викидів;

стратегії збереження
біорізноманіття;

кліматична політика.

4) Екологічних аудитів та експертиз

оцінка впливу
на довкілля
(ОВД),

стратегічні
екологічні
оцінки (СЕО).

6. Виклики застосування індикаторів та перспективи

Основні виклики:

- нестача або фрагментарність екологічних даних;
- різна якість вимірювань у регіонах;
- неузгодженість методик збору даних;
- недостатня автоматизація моніторингу;
- слабка інтеграція даних між службами.

Перспективи розвитку:

IoT-**платформи** для безперервного моніторингу;

використання **штучного інтелекту** у прогнозуванні екологічних процесів;

інтеграція DPSIR у системи екологічного управління ISO 14001;

застосування **супутникових даних** у реальному часі (Sentinel, PlanetScope);

створення **національних екологічних дата-центрів**;

впровадження **динамічних індикаторів** (real-time indicators);

поєднання DPSIR з LCA, QRA, MCA.

Екологічна детективна
гра: знайди помилки в
ланцюгу **DPSIR**

СИТУАЦІЯ

- У регіоні «Зелене Озеро» останні п'ять років спостерігається масове «цвітіння води», зниження чисельності риби та збільшення кількості скарг населення на неприємний запах водойми.
- Екологічна служба подала *DPSIR-профіль*, який, на їхню думку, пояснює проблему.

ЗАВДАННЯ:

- ✓ 1. **Виявити помилки у кожному елементі DPSIR (що не відповідає логіці чи екологічній природі проблеми).**
- ✓ 2. **Обґрунтувати, чому ці елементи неправильні.**
- ✓ 3. **Запропонувати правильну версію DPSIR-моделі.**
- ✓ 4. **Представити цілісний причинно-наслідковий ланцюг:**
$$D \rightarrow P \rightarrow S \rightarrow I \rightarrow R$$

ПОПЕРЕДНІЙ **DR§IR**-ПРОФІЛЬ

- **D - Рушійні сили:**

- збільшення чисельності населення
- розвиток туризму на узбережжі
- **P - Тиски:**
- вирубування прибережних лісів
- викиди CO_2 у повітря
- зростання використання миючих засобів
- **§ - Стан:**
- зменшення рибних запасів
- зростання кількості синьо-зелених водоростей

- **I - Наслідки:**

- погіршення самопочуття жителів
- зниження вартості нерухомості
- збільшення захворюваності на астму

- **R - Заходи реагування:**

- встановлення рекреаційних зон
- зменшення викидів CO_2 в атмосферу
- озеленення території міста

ТЕСТОВІ
ЗАВДАННЯ ДО
КЕЙСУ *DPŠIR*

1. Який із наведених елементів НЕ є "рушійною силою" (**Drivers**) у випадку евтрофікації водойми?

- A. Зростання використання мінеральних добрив у басейні річки
- B. Урбанізація прибережної зони
- C. Надходження фосфатів у водойму
- D. Розвиток тваринницьких ферм

2. Який із наведених чинників є *безпосереднім тиском (Pressures)* на водну екосистему?

- A. Погіршення здоров'я населення
- В. Внесення фосфатних миючих засобів у каналізацію
- С. Зниження прозорості води
- D. Зменшення чисельності риби

3. Який показник належить до блоку *State (Стан)* у DPSIR?

- A. Обсяг використаних добрив у регіоні
- B. Концентрація нітратів у воді
- C. Економічні збитки рибних господарств
- D. Площа прибережних лісів

4. Яке твердження відповідає елементу *Impact* (Наслідки)?

- A. Підвищення концентрації фосфатів
- В. Масовий замор риби
- С. Внесення добрив у поля
- Д. Модернізація очисних споруд

5. Який захід є коректним елементом *Response (Реагування)*?

- A. Зростання біомаси водоростей
- B. Обмеження використання фосфатних миючих засобів
- C. Збільшення чисельності населення прибережної зони
- D. Зростання стоків з тваринницьких ферм

6. Який елемент у неправильному **DP&IR**-профілі є логічною помилкою?

- A. Вирубвання прибережних лісів
- B. Погіршення самопочуття жителів
- C. Зростання використання миючих засобів
- D. Підвищена концентрація фітопланктону

7. Який з наступних шляхів є основною причиною евтрофікації?

- A. Надмірні викиди CO_2
- B. Підвищення шумового забруднення
- C. Надходження азоту та фосфору у водойму
- D. Підвищення температури повітря

8. Який ефект НЕ відноситься до наслідків евтрофікації?

- A. Падіння кількості риби
- B. Неприємний запах води
- C. Підвищений рівень шуму в регіоні
- D. Зменшення прозорості водойми

9. Яка дія належить до *екосистемних Response-заходів*?

- A. Збільшення фітопланктону
- В. Зниження рівня кисню в придонних шарах
- С. Створення прибережних буферних смуг
- Д. Урбанізація узбережжя

10. Встановіть відповідність між елементами **DPSIR** та прикладами

- 1. Drivers
 - 2. Pressures
 - 3. State
 - 4. Impacts
 - 5. Responses
- A. Масовий замор риби
 - B. Надходження стічних вод з добривами
 - C. Модернізація очисних споруд
 - D. Збільшення інтенсивності сільського господарства
 - E. Підвищені концентрації азотних сполук у воді