Оптимізаційні еколого-економічні моделі

Перезнтація до передзахисту дипломної роботи

Виконав Яручик Д.Р. **Керівник: Чорней Р.К.**

Мета і завдання роботи

Вступ

Мета: розробка та дослідження еколого-економічної оптимізаційної моделі для пошуку оптимальних стратегій управління виробництвом з урахуванням ризиків аварій та механізмів регулювання забруднень.

Завдання:
1. Огляд еколого-економічних моделей
2. Формулювання математичної моделі
3. Програмна реалізація алгоритму розв'язання
4. Обчислювальні експерименти на модельних даних

Основи еколого-економічного моделювання

1 Розділ

- Поєднання методів економіки, екології, математики для аналізу взаємодії економіки та довкілля
- Оцінка впливу виробництва на довкілля
- Пошук оптимальних стратегій сталого розвитку

Модель з урахуванням оплати за забруднення

2 Розділ

- Кожний вид продукції виробляється кількома способами з різними витратами та викидами
- За незнищені забруднення стягується плата
- Цільова функція - мінімізація витрат з урахуванням плати за забруднення

Модель з урахуванням оплати за забруднення

Кожен вид продукції $i \in I$ виробляється декількома способами $\varphi_i \in \mathbf{P}_i$, і кожним способом може вироблятися лише один вид продукції. Кожен вид забруднювачів $j \in J$ знищується декількома способами $\psi_j \in \mathbf{Q}_j$, і кожним способом може знищуватись лише один вид забруднювача.

Цільова фукнція

$$\sum_{k \in J} c_k \left(\sum_{j \in I} \sum_{\varphi_j \in \mathbf{P}_j} a^{21}_{kj\varphi_j} x^1_{j\varphi_j} + \sum_{g \in J} \sum_{\psi_g \in \mathbf{Q}_g} \sigma_{kg\psi_g} x^2_{k\psi_g} \right) \to min$$

Модель з урахуванням оплати за забруднення

коефіцієнти:

- $a^{11}_{ik\varphi_k}$ – прямих затрат товару i при виготовленні товару k за допомогою методу φ_k, що разом складають матрицю A_{11}
- $a^{12}_{ij\psi_j}$ – прямих затрат товару i при утилізації забруднювача j за допомогою методу ψ_j, що разом складають матрицю A_{12}
- $a^{21}_{ji\varphi_i}$ – викидів забруднювача j при виготовленні товару i за допомогою методу φ_i, що разом складають матрицю A_{21}
- $a^{22}_{jl\psi_l}$ – викидів забруднювача j при утилізації забруднювача l за допомогою методу ψ_l, що разом складають матрицю A_{22}

Модель з урахуванням оплати за забруднення

$x^1_{i\varphi_i}$ - обсяг вироблення продукції i способом φ_i

$x^2_{j\psi_j}$ - обсяг знищення забруднювача j способом ψ_j

y^1_i - обсяг кінцевого споживання продукції i

y^2_j - допустимий обсяг незнищення забруднювача j (гранична норма незнищення забруднювача)

c_j - плата за кожну одиницю незнищеного забруднювача j

$c_{j\psi_j}$ - вартість знищення одиниці забруднювача j способом ψ_j

Модель з урахуванням ймовірності аварій

2 Розділ

- Враховується ризик аварійних викидів на кожному способі виробництва та знищення забруднень
- Матриці ймовірностей аварій та додаткових викидів
- Оптимізація з урахуванням очікуваних витрат та викидів
- Оптимальні способи можуть змінюватись в залежності від ймовірностей аварій

Модель з урахуванням ймовірності аварій

2 розділ

$$\tilde{a}^{11}_{ik\varphi_k} := \left(1 - p_{\varphi_k}\right) a^{11}_{ik\varphi_k}$$

$$\tilde{a}^{12}_{ij\psi_j} := \left(1 - p_{\psi_j}\right) a^{12}_{ij\psi_j}$$

$$\tilde{a}^{21}_{ji\varphi_i} := \left(1 - p_{\varphi_i}\right) a^{21}_{ji\varphi_i} + p_{\varphi_i} b^{1}_{ji\varphi_i}$$

$$\tilde{a}^{22}_{jl\psi_l} := \left(1 - p_{\psi_j}\right) a^{22}_{jl\psi_l} + p_{\psi_j} b^{2}_{jl\psi_l}$$

$$\sigma_{jl\psi_l} := \begin{cases} \tilde{a}^{22}_{jl\psi_l}, & j \neq l \\ \tilde{a}^{22}_{jl\psi_l} - 1 + \dfrac{c_{j\psi_j}}{c_j}, & j = l \end{cases}$$

$$\sum_{j \in J} c_j \left(\sum_{i \in I} \sum_{\varphi_i \in P_i} \tilde{a}^{21}_{ji\varphi_i} x^1_{i\varphi_i} + \sum_{l \in J} \sum_{\psi_l \in Q_l} \sigma_{jl\psi_l} x^2_{l\psi_l} \right) \to min$$

p_{φ_i} – імовірність катастрофи під час виробництва товару i методом φ_i

p_{ψ_j} – імовірність катастрофи через знищення забруднювача j методом ψ_j

$b^1_{ji\varphi_i}$ – коефіцієнт очікуваного обсягу продукування забруднювача j при виробництві товару i методом φ_i

$b^2_{jl\psi_l}$– коефіцієнт очікуваного обсягу продукування забруднювача j при утилізації забруднювача j методом ψ_l

c_j – штраф за кожну незнищену одиницю забруднювача j

$c_{j\psi_j}$ – собівартість знищення одиниці забруднювача j за допомогою способу ψ_j

Порівняння моделей з оплатою за забруднення та ймовірністю аварій

2 Розділ

Спільне:

- Базуються на моделі міжгалузевого балансу та оптимізації
- Кожна продукція виробляється, забруднювач знищується кількома способами
- Цільова функція мінімізації витрат з урахуванням екологічного фактору

Відмінності:

- Різні механізми врахування екологічного фактору (плата чи ризик аварій)
- Різна поведінка оптимальних розв'язків при зміні параметрів

Програмна реалізація

3 Розділ

- Мова Python, бібліотеки NumPy, SciPy, Matplotlib
- Функція solve_model розв'язує задачу оптимізації
- Візуалізація вхідних даних та оптимальних планів
- Виведення текстових пояснень результатів

Вхідні дані для програми

2 Розділ

Параметри:
- A11: матриця коефіцієнтів прямих витрат продукції на виробництво продукції.
- A12: матриця коефіцієнтів прямих витрат продукції на знищення забруднювачів.
- A21: матриця коефіцієнтів викидів забруднювачів при виробництві продукції.
- A22: матриця коефіцієнтів викидів забруднювачів при знищенні забруднювачів.

- y1: вектор обсягів кінцевого споживання продукції.
- y2: вектор граничних обсягів незнищених забруднювачів.
- c: вектор ставок плати за незнищені забруднювачі.

- p_phi: вектор ймовірностей аварій при виробництві продукції (за замовчуванням None).
- p_psi: вектор ймовірностей аварій при знищенні забруднювачів (за замовчуванням None).

- b1: матриця коефіцієнтів викидів забруднювачів при аваріях на виробництві продукції (за замовчуванням None).
- b2: матриця коефіцієнтів викидів забруднювачів при аваріях на знищенні забруднювачів (за замовчуванням None).

Висновки

- Розроблено та досліджено еколого-економічні оптимізаційні моделі
- Модель з урахуванням оплати за забруднення та модель з урахуванням ймовірності аварій
- Програмна реалізація дозволяє знаходити оптимальні плани та аналізувати вплив різних факторів
- Моделі доповнюють одна одну та можуть застосовуватись для еколого-економічного управління