

мінералів в кристалічному стані є корисним з позицій підвищення міцності в'язучих на основі даних шлаків.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА ВСІХ РІВНЯХ

*Приходько К., здобувач третього рівня вищої освіти,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
Україна
kyrylo.prykhodko1@nure.ua*

Екологія – розвиваюча міждисциплінарна область знань, що включає представлення практично всіх наук про взаємодію живих організмів, включаючи людину, з навколишнім середовищем. До середини 20 століття екологія представляла собою одну з біологічних дисциплін, а саме науку про взаємодію організмів із навколишнім середовищем.

Сучасна екологічна наряду з цим включає в себе науку і практичні методи контролю за станом навколишнього середовища - моніторинг, охорона навколишнього середовища, учение про біогеоценозах і атопологічних впливах на природні екосистеми, еколого-економічні та екологосоціальні аспекти. Все це визначає і предмет математичної екології, об'єднуючої математичні моделі та методи, які використовуються при вирішенні проблем екології.

Фундаментом математичної екології є математична теорія динаміки популяцій (См. Статтю "Популяцій динаміка"), в якій фундаментальне біологічне представлення про динаміку чисельності види тварин, рослин, мікроорганізмів та їх взаємодія формалізовані у вигляді математичних структур, у першу чергу, системи диференціальних, інтегро-диференціальних та різноманітних уравнень.

Будь-яка екосистема складається з нелінійно взаємодіючих підсистем, які можна упорядкувати в якусь ієрархічну структуру. За мірою об'єднання компонентів, або підмножин, у більш великих

функціональних одиницях, у цих нових одиницях виникають властивості, що входять до складу її компонентів. Такі якісно нові "еммерджентні" властивості екологічного рівня або екологічних одиниць не є простою сумою властивостей компонентів.

Слідством є неможливість вивчення динаміки складних екосистем шляхом їх ієрархічного розчленування на підсистеми та післядуючого ізольованого вивчення цих підсистем, оскільки при цьому нездійснено виявляються властивості, що визначають цілісність досліджуваної системи.

Усі ці обставини призводять до неможливості описати складні екосистеми за допомогою простих редуцтованих «механізмів» моделей.

Необхідні або складні імітаційні моделі, що об'єднують в одну складну систему на модельному рівні знання об елементах системи і типах їх взаємодії, або упрощені інтегровані моделі типу "воздействие - відклик", що інтегрують дані більшого числа спостережень над екосистемою.

Імітаційні комп'ютерні моделі включають в себе компоненти системи та їх взаємозв'язки як у вигляді власне математичних об'єктів: формул, уравнень, матриць, логічних процедур, так і у вигляді графіків, таблиць, баз даних, оперативної інформації.

екологічного моніторингу. Такі багатомірні моделі дозволяють об'єднувати різноманітну інформацію про екологічну або еколого-економічну систему, «програвати» різні сценарії розвитку і виробляти на моделях оптимальні стратегії управління, які неможливо робити на реальній системі в силу її унікальності і обмеженості часу.

Імітаційний підхід, а також моделювання екосистем за допомогою функцій відкликання вимагають високорозвиненої вичислювальної техніки, тому математическа екологія, як розвинена і практично використовувана наука отримала лише в останні десятиліття 20 століття. Широкое применение математического аппарата стимулировало развитие теоретической экологии. Побудова математическої моделі вимагає упорядкування та класифікації наявної інформації про екосистемах, призводить до необхідності спланувати систему збору даних і дозволяє об'єднати на змістовому рівні совокупність фізичних, хімічних і біологічних зведень і представити об окремих вихідних в екосистемах процесах.

При побудові моделей екосистем застосовують методи

загальносистемного аналізу. У першу чергу це - виділення з системи окремих структурних елементів, таких як живі та косні компоненти, серед живих - трофічні рівні, види, вікові або польові групи, взаємодія яких і буде визначати поведінку всієї системи.

Другий важливий елемент - встановлення характеру процесів, в яких бере участь кожен елемент (процеси розмноження і зростання, взаємодії, типу хищництва, конкуренції і т.д.) Часто в екологічному моделюванні використовуються балансові компартментальні моделі, коли розглядаються потоки речовин і енергії між складовими моделями компартментів, зміст "вещества" в кожному з них і являє собою окрему змінну систему.

Необхідність описувати екологічні взаємодії послужила толчком для розвитку системних досліджень. За словами одного із творців загальної теорії системи Людвіга фон Берталанфі "роботи Вольтерра, Лотки, Гаузе та інших за теоріями популяцій належать до класичних праць загальної теорії системи. У них вперше була продемонстрована можливість розвитку концептуальних моделей для таких явищ, як боротьба за існування, які можуть бути підвергнуті емпіричній перевірці." Широко використовується принцип ізоморфізму, що дозволяє схожими математическими уравнениями описувати системи, різні по своїй природи, але однакові за структурою і типом взаємодії між елементами, їх складовими.

Робота з імітаційною моделлю вимагає знань про параметри величини моделі, які можуть бути оцінені тільки з спостереження та експерименту.

Часто приходиться розробляти нові методики спостереження і експерименти з установленими факторами цілей і взаємозв'язків, знання яких дозволяє виявити слабкі місця гіпотез і допущених, положень. Весь процес моделювання – від побудованих моделей, які використовуються для перевірки запропонованих з її явищами та впровадження отриманих результатів у практику – має бути пов'язано з ретельно розробленою стратегією дослідження та строгою перевіркою в аналізі даних.

Науковий керівник: Желновач Г.М., доц., к.т.н.