**Лекція 3**

**Тема «Моніторинг як система моделювання»**

3.1. Поняття про модель і моделювання. Види моделей

3.2. Екологічний прогноз і прогнозування. Види прогнозів

3.3. Прогнозування впливу наслідків антропогенного

впливу на навколишнє природне середовище

**Поняття про модель і моделювання. Види моделей**

Надорганізмові системи (популяції, екосистеми, біосфера), які вивчає екологія, надзвичайно складні, тому, широкого застосування в екології набуло моделювання.

Термін “модель” може мати різний зміст:

– фізичний (речовий);

– знаковий (математичний, логічний);

– зменшена подібність реального об’єкта (макет);

– схема, зображення чи опис якогось явища чи процесу.

В екології під моделлю розуміють матеріальний чи уявний об’єкт, який в процесі дослідження замінює реальний об’єкт-оригінал, і вивчення якого дає нові знання про об’єкт-оригінал. Модель спрощує дійсність і, разом з тим, показує елементи і зв’язки, які цікавлять вченого.

Моделювання – це метод дослідження складних об’єктів, явищ і процесів шляхом їх спрощеної імітації. Воно базується на теорії подібності з об’єкт-аналогом.

Основна вимога до будь-якої моделі – це її подібність з предметом, що моделюється.

Модель – це збільшена (клітина) чи зменшена (планета) подібність об’єкта. Перевагами моделювання є те, що модель може сповільнити процеси, що протікають швидко, і пришвидшити процеси, що відбуваються повільно. Також, модель спрощує реальний процес, що дає можливість звернути увагу на основну суть об’єкта.

Види моделей. Моделі поділяють на дві групи – матеріальні (предметні) та ідеальні. Із матеріальних моделей у природокористуванні найчастіше використовують фізичні моделі.

У другій половині ХХ ст. в екології все більшого значення набувають ідеальні моделі: математичні, імітаційні, графічні.

Суть математичного моделювання полягає в тому, що за допомогою математичних символів будується абстрактна спрощена подібність досліджуваної системи, яка називається математичною моделлю. Потім, замінюючи значення окремих параметрів, досліджують, як змінюється ця штучна система, тобто, як змінюється кінцевий результат.

Дослідження, в яких ЕОМ відіграє основну роль в процесі побудови проведення модельних експериментів, називається імітаційне моделювання, а самі моделі – імітаційні.

Графічні моделі – це блокові системи чи системи, які характеризують залежність між процесами у вигляді таблиці-графіка. Графічні моделі дають можливість конструювати складні екосистеми і геосистеми.

За масштабом моделі ділять на локальні, регіональні, глобальні.

У побудові математичних моделей складних екологічних систем і процесів виділяють такі етапи:

– вивчення реальних явищ, які планується моделювати;

– розробка математичної теорії, яка описує процеси, що вивчаються. Модель природного явища – це математичний вираз сформульованої теорії;

– перевірка моделі – розрахунок на основі моделі і порівняння результатів з дійсністю.

За Ю. Одумом моделювання, як правило, починають з побудови схеми чи графічної моделі, яка часто представляє блок-схему.

В якості наукової основи природокористування використовується модель геосистеми. Ця модель застосовується для прогнозування, а також з метою управління природокористуванням. Природна геосистема розглядається як проста географічна модель, яка саморегулюється. Її цілісність підтримується в результаті взаємозв’язку природних компонентів. В більш складні моделі в якості нового елемента вводиться людина (суспільство). Людина не лише пристосовується до природної геосистеми, але й змінює її. Використання таких моделей є типовим при вивченні систем типу “людина – середовище”.

В природно-техногенних системах техніка і природа представлені як елементи однієї системи. В таких системах уявлення про геосистему як систему, що самокерується, міняється на уявлення про неї як керовану систему.

Геосистема, яка крім вище вказаних елементів включає населення і органи управління, називається інтегральною.

**Екологічний прогноз і прогнозування. Види прогнозів**

Прогноз – це будь-яке передбачення чи конкретний висновок про будь-що (будь-кого) чи про прояв якоїсь події в майбутньому.

Екологічний прогноз – це передбачення змін природного середовища на локальному, регіональному і глобальному рівні.

Прогноз впливу на середовище – це передбачення змін в природному середовищі внаслідок впливу на нього господарської діяльності.

Прогноз змін середовища – це передбачення стійких змін в природному середовищі, які відбуваються в результаті складних реакцій, що пов’язані з прямим чи опосередкованим впливом людини на середовище.

Прогноз природокористування – це попереднє визначення об’ємів природних ресурсів, які можуть бути використані в господарській діяльності людини, з врахуванням економічних, соціальних, технічних і екологічних обмежень і можливостей.

Таким чином, прогноз – це специфічний вид пізнання, який направлений на дослідження не того, що є, а того, що буде.

Види прогнозів. Прогнози можна поділити за часом, за масштабом і за змістом.

За часом виділяють такі види прогнозів: дуже короткочасні (до одного року); короткочасні (3–5 років); середньотривалі (5–10 років); довготривалі (до декількох десятиліть); дуже тривалі (на століття).

За масштабом прогнози поділяють на такі групи: глобальні (фізико-географічні); регіональні (в межа декількох країн); національні (державні); локальні (край, область, район).

За змістом прогнози проділяють на геологічні, метеорологічні, біологічні тощо. Комплексний прогноз називається загальнонауковим.

Прогнозування – сукупність прийомів мислення, які дають можливість на основі ретроспективного аналізу зовнішніх і внутрішніх зв’язків об’єкта, а також можливих змін, зробити висновок про його майбутній розвиток.

Екологічне прогнозування – це передбачення можливих змін і поведінки природних систем в результаті природних процесів та антропогенного впливу.

Всі методи прогнозування об’єднують у дві групи: логічні і формальні. До логічних методів відносять методи індукції, дедукції, експертних оцінок, аналогії.

Методом індукції встановлюють причинні зв’язки предметів і явищ. Індуктивним методом встановлюються риси подібності і відмінності між об’єктами, робляться перші спроби узагальнення.

При дедуктивному методі, навпаки, йдуть від загального до часткового. Індуктивний і дедуктивний методи пов’язані між собою.

При відсутності про об’єкт прогнозування достовірних відомостей і, якщо об’єкт не підлягає математичному аналізу, використовують метод експертних оцінок, суть якого полягає у визначені майбутнього на основі думок кваліфікованих спеціалістів-експертів.

Метод аналогій полягає в тому, що закономірності розвитку одного процесу з певними поправками можна перенести на інший процес, для якого потрібно зробити прогноз.

Формалізовані методи поділяють на статистичний, екстраполяції і моделювання.

Статистичний метод ґрунтується на кількісних показниках, які дають можливість зробити висновок про темпи розвитку процесу в майбутньому.

Метод екстраполяції полягає в перенесенні встановленого характеру розвитку певної території чи процесу в майбутнє.

Основною метою прогнозу є оцінка можливої реакції навколишнього природного середовища на прямий чи опосередкований вплив людини, вирішення задач раціонального природокористування у відповідності з очікуваним станом природного середовища. Сучасні прогнози повинні проводитись відповідно до загальнолюдських цінностей, таких як людина та її здоров’я, навколишнє природне середовище, планета Земля в цілому.

**Прогнозування впливу наслідків антропогенного впливу на навколишнє природне середовище**

Прогнозування перспектив розвитку певного явища є однією з функцій системи моніторингу. Усі прогнози мають імовірнісний характер і ґрунтуються на даних про стан навколишнього природного середовища на певний момент часу і в минулому. Отримують ці дані завдяки дослідженням, спрямованим на виявлення закономірностей природних процесів, поширення, міграції і перетворення у навколишньому середовищі забруднюючих речовин та їх впливу на різні організми. За масштабом усі прогнози поділяють на глобальні (всесвітні), регіональні (для певних регіонів) та локальні (місцеві).

У системі моніторингу найчастіше використовують такі методи прогнозування:

– експертне оцінювання. Сутність його полягає в отриманні і спеціалізованому обробленні прогнозних оцінок об’єкта через опитування висококваліфікованих фахівців (експертів) у певній сфері науки, техніки, виробництва. Оцінки експертів суттєво підвищують надійність прогнозів, отриманих за допомогою інших методів прогнозування;

– екстраполяція (поширення висновків, отриманих унаслідок спостереження за однією частиною явища, на іншу частину) та інтерполяція (встановлення проміжних значень об’єкта на підставі деяких відомих його значень). Ці методи ефективні при короткостроковому прогнозуванні стосовно об’єкта, який тривалий час розвивався рівномірно без значних відхилень. Ґрунтуються вони на вивченні кількісних і якісних параметрів досліджуваного об’єкта за попередні роки з подальшим логічним продовженням, окресленням тенденцій його розвитку у прогнозованому періоді;

– моделювання. Метод полягає у побудові моделей, які розглядають з урахуванням імовірної або бажаної зміни прогнозованого явища на певний період, користуючись прямими або опосередкованими даними про масштаби та напрями змін. Методи моделювання використовують для складання глобальних, локальних та інших прогнозів.

При побудові прогнозних моделей необхідно виявити фактори, від яких суттєво залежить прогноз; з’ясувати їх співвідношення з прогнозованим явищем; розробити алгоритм і програми моделювання змін довкілля під дією певних факторів.

Для прогнозування екологічних наслідків антропогенного забруднення довкілля найчастіше використовують такі моделі:

– модель перенесення і перетворення забруднюючих речовин у навколишньому середовищі (геофізична модель), яка забезпечує прогнозування зміни стану довкілля з урахуванням процесів міграції, фізичної, хімічної, біологічної трансформації забруднюючих речовин;

– модель зміни стану екосистеми під впливом забруднення (екологічна модель), що сприяє отриманню інформації про стійкість, особливості розвитку екологічної системи, аналіз екологічних систем і передбачення їхніх реакцій при внесенні в систему певних змін.

Особливість прогнозування стану довкілля полягає в тому, що в більшості випадків доводиться оперувати імовірнісними та випадковими складовими розвитку процесів. Це зумовлює необхідність постійного вдосконалення його методології, уточнення інформаційної системи, оптимізації системи спостережень тощо.