



ЖИТОМИРСЬКА
ПОЛІТЕХНІКА

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

100
РОКІВ

Лекція 10

**МЕТОДИ МАШИННОЇ ІМІТАЦІЇ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ
ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ**



**ЖИТОМИРСЬКА
ПОЛІТЕХНІКА**

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**100
РОКІВ**

Лекція 10. МЕТОДИ МАШИННОЇ ІМІТАЦІЇ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ

10.1. Сутність машинної імітації.

10.2. Машинна імітація випадкових параметрів. Метод статистичних досліджень (Монте-Карло).

10.3. Моделювання випадкових величин в Excel.

10.4. Пакет аналізу в Excel.

10.1. Сутність машинної імітації.

- Машинна імітація часто використовують термін „імітаційне моделювання”, що на наш погляд не зовсім коректний як науковий метод є потужним інструментом дослідження поведінки реальних систем. Шляхом створення її комп’ютеризованої моделі. Отримана інформація надалі використовується для проектування системи.
- Машинна імітація дає змогу експериментувати з існуючими і створюваними системами тоді, коли з реальним об’єктом це неможливо або немає сенсу. Тобто, імітаційний експеримент принципово відрізняється від натурального, що поводить не із самою реальною системою, а із моделлю.
- Як інструмент експериментального дослідження складних систем машинна імітація охоплює методологію створення моделей систем, методи алгоритмізації та засоби програмних реалізацій імітаторів, планування, організацію і виховання на ПЕОМ експериментів з моделями, машинну обробку даних і аналіз результатів.

Машинна імітація – це чисельний метод виконання на ПЕОМ експериментів з математичними моделями, що описують поведінку складних систем різної природи.

Важливими особливостями (перевагами) цього методу є:

- ✓ можливість уникнути значних витрат на стан проектування реальних систем;
- ✓ змога досліджувати функціонування системи за будь-яких умов, тобто значно розширити діапазон зміни параметрів системи та зовнішніх впливів (зв'язків);
- ✓ виконання прогнозування поведінки системи;
- ✓ зменшення часу випробування моделей;
- ✓ можна, звичайно з відповідною достовірністю, дістати потрібну інформацію, що відбиває вхід реальних процесів у великому обсязі, уникнувши натурних випробувань;
- ✓ здатність відтворювати довільні реальні та гіпотетичні ситуації з пізнавальною метою;
- ✓ часто єдиний спосіб розв'язування задач, до яких непридатні інші методи: аналітичні. Лабораторні та натурні експерименти.

Однак, метод машинної імітації потребує значних витрат часу фахівців різної спеціалізації, тому використання даного методу повинно бути доцільним.

10.2. Машинна імітація випадкових параметрів. Метод статистичних досліджень (Монте-Карло)

В природі, виробництві та суспільстві часто зустрічаються системи, в розділу яких відсутні видимі закономірності (розподіл неоднорідності в речовині, вплив зовнішніх факторів та ін.), або процеси в системах значною мірою відбувається під впливом випадкових факторів. Тому виникає задача врахувати вплив неконтрольованих випадкових факторів і зробити в таких умовах аргументований висновок щодо можливих напрямків розвитку системи та оптимальна стратегія управління нею. Для розв'язування таких задач використовують універсальний метод статистичного моделювання (статистичних досліджень)- метод Монте-Карло.

Ідея методу надзвичайно проста і полягає в тому, що проводиться розіграш випадкового явища за допомогою спеціально організованої процедури (як правило, на ПЕОМ) і ми користуємося самою випадковістю як апаратом дослідження.

Метод Монте-Карло застосовується в багатьох галузях науки і техніки. За допомогою процедур Монте-Карло розроблено численні методи для обчислення кратних інтегралів, розв'язування інтегральних і диференційованих рівнянь. У задачах оптимізації процедура Монте-Карло використовується для генерування випадкових точок з області визначення цільових функцій та установалення випадкових напрямків руху до екстремуму в пошукових методах.

Метод Монте-Карло часто застосовується в експериментальних дослідженнях: в натурних експериментах випадковим способом вибираються точні точки факторного простору в умовах нестандартного проходження досліджуваних процесів; в машинних екскрементах метод дає змогу імітувати випадкові процеси, що відбуваються в реальних модельованих системах.

Розглянемо використання методу Монте-Карло на прикладі визначення площі об'єкту довільної форми (наприклад, відома задача визначення площі озера, якщо кидають в нього камінням).

Позначимо площу озера S_0 , а площу відомої фігури (прямокутника), яка оточує озеро через S_n , рис.9.1.

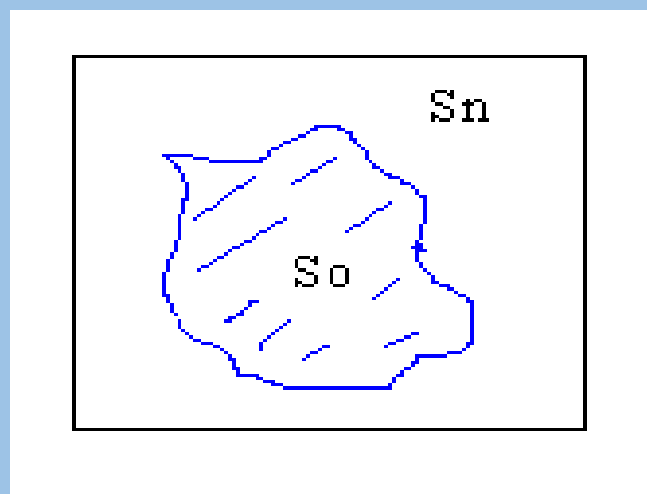


Рисунок 9.1

Далі необхідно рівномірно розкидувати N_n каміння по площині всього прямокутника S_n , частина із яких потрапить до озера (N_o). Якщо розподіл каміння по площині прямокутника рівномірний, то кількість каміння, які потрапили до озера тим більше, чим більше площа озера. І тоді можна стверджувати, що відношення кількості каміння в озері N_o до загальної кількості каміння дорівнює відношенню площі озера до площі прямокутника:

$$N_o/N_n = S_o/S_n$$

звідки легко знайти площу озера:

$$S_o = (N_o/N_n) S_n.$$

Для комп'ютерного моделювання цієї задачі заміняють каміння точками з випадковими координатами, які можна отримати за допомогою генератора випадкових чисел з рівномірним розподілом.

10.3. Моделювання випадкових величин в Excel

Моделювання випадкових величин часто використовують в статистичному та системному аналізі для перевірки обчислювальних алгоритмів, а особливо в методах Монте-Карло та комп'ютерному моделюванні.

Розглянемо інструментарій Excel для генерування випадкових чисел.

1. Функція СЛЧИС () – функція без аргументів категорія „математичні” – обчислює випадкові числа, які рівномірно розподілені на інтервалі $[0,1]$.

Функцію СЛЧИС можна використовувати у формулах масивів для генерування діапазонів випадкових чисел:

виділити діапазон;

ввести функцію: „= СЛЧИС ()”;

завершити операцію [ctrl+shift+Enter].

Особливість: формули які містять функцію СЛЧИС, перераховуються при кожному перерахунку робочого аркуша (наприклад, при введенні значень в комірку, або вилученні, або при натисненні клавіші [F9]), що важливо для машинного моделювання. Для фіксації результуючих значень функції СЛЧИС можна їх скопіювати „Спеціальною вставкою”, „Значення”.

2. Функція **СЛУЧМЕЖДУ** (нижня гр., верхня гр.) – виконує генерацію цілочисленних значень, підпорядкованих дискретному рівномірному розподілу. Функція знаходиться в категорії „математичні та тригонометричні”; доступна тільки після підключення надбудови „Пакет аналізу”.

Технологія використання:

1. ввести функцію;
2. скопіювати в інші комірки для отримання діапазону випадкових чисел.

Особливості:

- 1) як і функція **СЛЧИС**, при кожному перерахунку функція **СЛУЧМЕЖДУ** змінює значення.
- 2) функція „не працює” у формулах масивів;
- 3) якщо значення аргументів дрібні, то вони округляються до найближчих цілих.

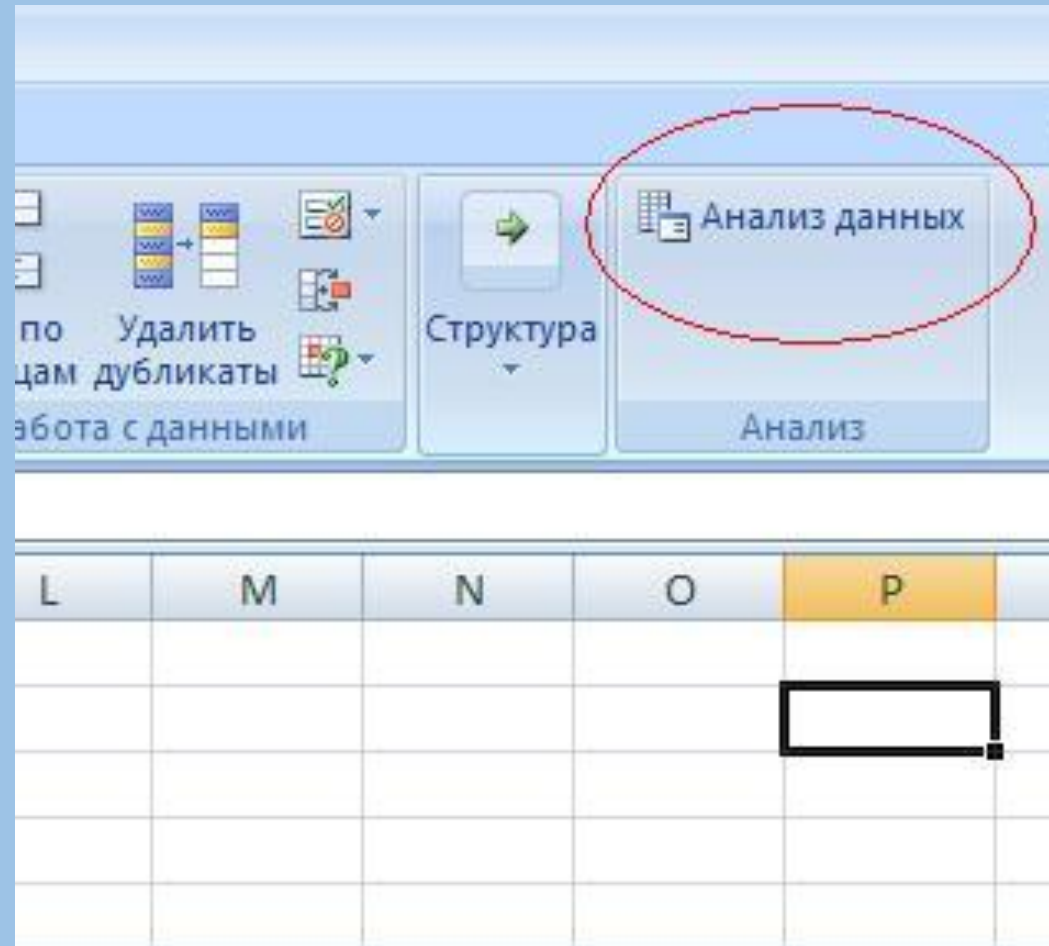
3. Засіб „Генерація случайных чисел” із надбудови. Пакет призначений для отримання випадкових вибірок, тобто генерації значень випадкових чисел заданого розподілу: рівномірного, нормального, Бернуллі, біноміального, Пуассона, модельного та дискретного.

- Таким чином, способи обчислення випадкових чисел за допомогою функцій та „пакету аналізу” мають наступні відмінності:
- функцію СЛЧИС можна безпосередньо використовувати у формулах (в тому числі і формулах масивів), як аргумент формул або іншої функції. Для використання у формула випадкових чисел, отриманих засобом „пакету аналізу” („Генерація случайных чисел”), необхідно їх записати в окремому діапазоні, а потім використовувати у формулах;
- формули, які містять функцію СЛЧИС, перераховуються при кожному перерахунку робочого аркуша, а значення, які отримані за допомогою „пакету аналізу”, фіксовані, тобто, для отримання нової вибірки на місці попередньої, необхідно ще раз використати засіб „Генерація случайных чисел”.

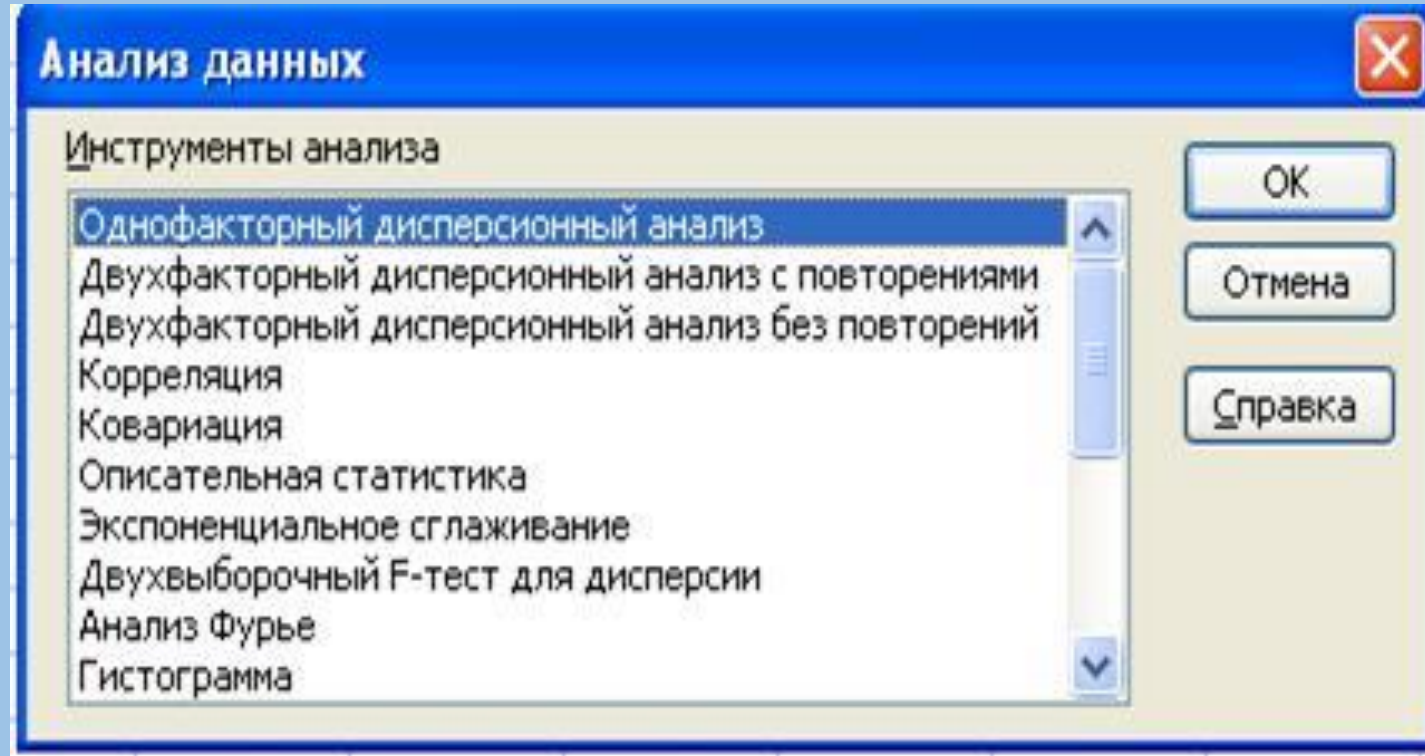
10.4. **Пакет аналізу в Excel**

- При проведенні складного статистичного або інженерного аналізу можна спростити процес і заощадити час, використовуючи надбудову "**Пакет аналізу**". Щоб виконати аналіз за допомогою цього пакету, слід вказати вхідні дані і вибрати параметри. Розрахунок буде виконаний з використанням відповідної статистичної або інженерної макрофункції, а результат буде поміщений у вихідний діапазон. Деякі інструменти дозволяють представити результати аналізу в графічному виді.
- Нижче описані інструменти, включені в пакет аналізу. Для доступу до них натисніть кнопку **Аналіз даних** в групі **Аналіз** на вкладці **Дані**. Якщо команда **Аналіз даних** недоступна, необхідно завантажити надбудову "**Пакет аналізу**".

Після завантаження пакету аналізу в групі **Аналіз** на вкладці **Дані** стає доступною команда **Аналіз даних**.



Технология работы в режиме «Анализ данных»



У цій області представлений список реалізованих в Microsoft Excel методів статистичної обробки даних :

- [Дисперсионный анализ](#)
- [Однофакторный дисперсионный анализ](#)
- [Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями](#)
- [Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений](#)
- [Корреляция](#)
- [Ковариация](#)
- [Описательная статистика](#)
- [Экспоненциальное сглаживание](#)
- [Двухвыборочный t-тест для дисперсии](#)
- [Анализ Фурье](#)
- [Гистограмма](#)
- [Скользящее среднее](#)
- [Генерация случайных чисел](#)
- [Ранг и перцентиль](#)
- [Регрессия](#)
- [Выборка](#)
- [t-тест](#)
- [Парный двухвыборочный t-тест для средних](#)
- [Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями](#)
- [Двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями](#)
- [Z-тест](#)
- [Функции VBA для пакета анализа](#)

Експоненціальне згладжування

- Інструмент аналізу "Експоненціальне згладжування" застосовується для прогнозування значення на основі прогнозу для попереднього періоду, скоректованого з урахуванням погрішностей в цьому прогнозі. При аналізі використовується константа згладжування α , величина якої визначає міру впливу на прогнози погрішностей в попередньому прогнозі.
- ПРИМІТКА: Для константи згладжування найбільш відповідними є значення від 0,2 до 0,3. Ці значення показують, що помилка поточного прогнозу встановлена на рівні від 20 до 30 відсотків помилки попереднього прогнозу. Вищі значення константи прискорюють відгук, але можуть привести до непередбачуваних викидів. Низькі значення константи можуть привести до великих проміжків між передбаченими значеннями.

Ковзаюче середнє

- Інструмент аналізу "**Ковзаюче середнє**" застосовується для розрахунку значень в **прогнозованому періоді** на основі середнього значення змінної для вказаного числа попередніх періодів. **Ковзаюче середнє**, на відміну від простого середнього для усієї вибірки, містить зведення про тенденції зміни даних. Цей метод може використовуватися для прогнозу збуту, запасів і інших тенденцій. Розрахунок прогнозованих значень виконується по наступній формулі:

$$F_{(t+1)} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N A_{t-j+1}$$

де

- N - число попередніх періодів, що входять в ковзаюче середнє;
- A j - фактичне значення у момент часу j;
- F j - прогнозоване значення у момент часу j.

Генерація випадкових чисел

Інструмент "Генерація випадкових чисел" застосовується для заповнення діапазону випадковими числами, витягнутими з одного або декількох розподілів. За допомогою цієї процедури можна моделювати об'єкти, що мають випадкову природу, по відомому розподілу вірогідності. Наприклад, можна використовувати нормальний розподіл для моделювання сукупності даних по зростанню людей або використовувати розподіл Бернуллі для двох вірогідних результатів, щоб описати сукупність результатів кидання монети.

Регресія

- Інструмент аналізу "**Регресія**" застосовується для підбору графіка для набору спостережень за допомогою **методу найменших квадратів**. Регресія використовується для аналізу дії на окрему залежну змінну значень однієї або декількох незалежних змінних. Наприклад, на спортивні якості атлета впливають декілька чинників, включаючи вік, зростання і вагу. Можна вичислити міру впливу кожного з цих трьох чинників за результатами виступу спортсмена, а потім використовувати отримані дані для пророцтва виступу іншого спортсмена.
- Інструмент "Регресія" використовує функцію ЛИНЕЙН.

Обробка експериментальних даних (апроксимація даних) в залежності від мети передбачає вирішування наступних задач:

1) задача інтерполяції – побудова безперервної функції $y_i(x_i)$, що з'єднує всі експериментальні точки;

2) задача екстраполяції – побудова функції $f(x_{i+k})$ за границями відомого інтервалу значень – прогноз;

3) задача регресії – побудова наближеної (усередненої) функції $\hat{f}(x_i)$ до $y_i(x_i)$

4) задача фільтрації – побудова апроксимуючої функції $\tilde{f}(x_i)$ для зниження систематичної похибки експериментальних даних.

Задачі 3 і 4 іноді називають згладжуванням даних.