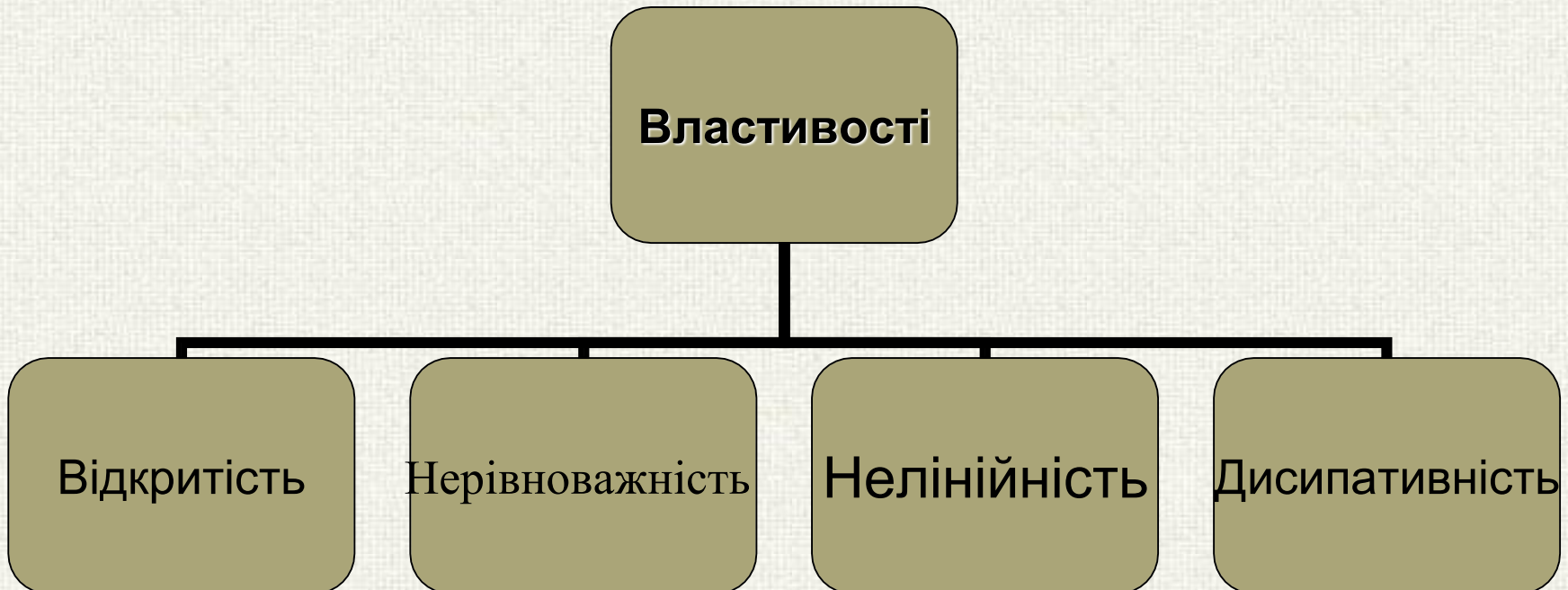


# Синергетика:

- Фокусує свою увагу на **нерівноважності, нестабільності як природному стані відкритих нелінійних систем**, на множинності і неоднозначності шляхів їх еволюції.
- У відкритих системах ключову роль – поряд із закономірним і необхідним – можуть відігравати випадкові чинники, **флуктуаційні процеси**.
- Нерівноважність породжує вибірковість системи, її незвичні реакції на зовнішні впливи довкілля. Нерівноважні системи мають здатність сприймати відмінності у зовнішньому середовищі «враховувати» їх у своєму функціонуванні.



# Еволюція відкритих систем

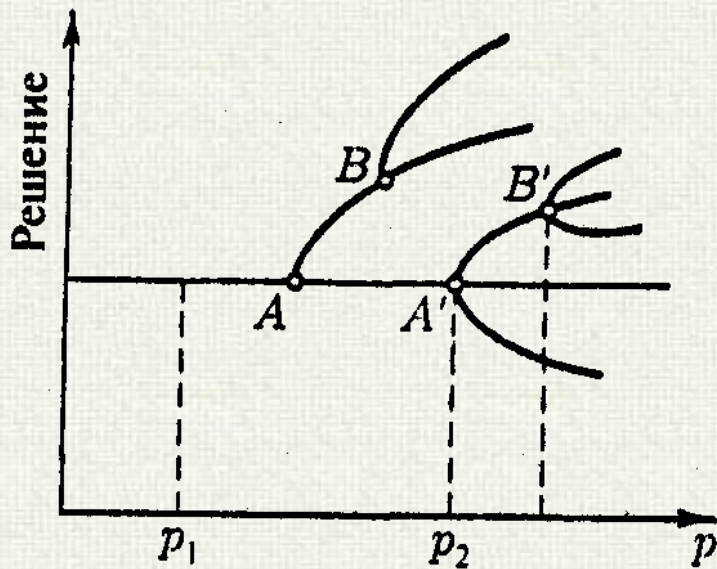
- Існує 2 фази розвитку відкритих і нерівноважних систем :
- **1 фаза** - період плавного еволюційного розвитку, який завершається нестійким критичним станом. Під **точкою біфуркації** розуміють стан системи, після якого імовірно деяка множина варіантів її подальшого розвитку



**2 фаза:** вихід з критичного стану одномоментно, стрибком і перехід в новий стійкий стан з вищим ступенем складності і впорядкованості.

# Явище біфуркації

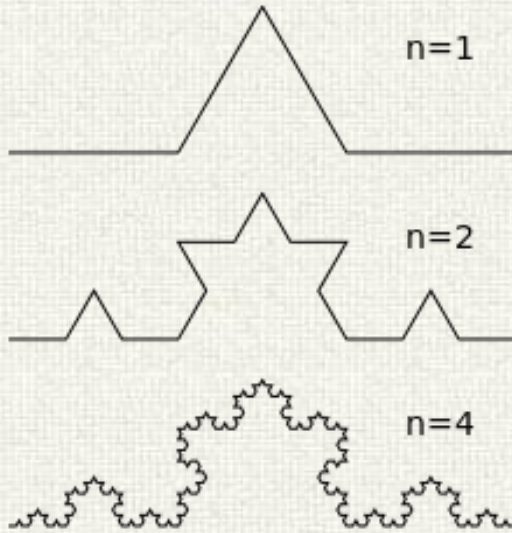
**Біфуркація** – надбання нової якості руху динамічної системи при незначному зміні її параметрів (виникає при деякому критичному значенні параметра нового розв'язку рівнянь)



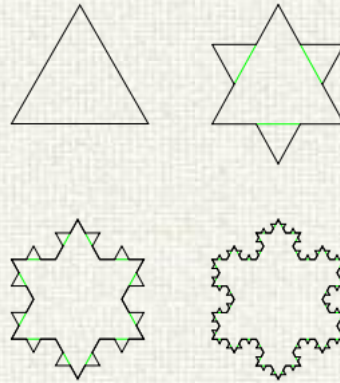
# Фрактали

- **Застосування принципів синергетики і теорії фрактальних структур дає можливість ввести в цей аналіз ступінь нерівноважності систем і описати еволюцію процесів самоорганізації структур.**
- **Методологічною основою одержання матеріалів з напередзаданими властивостями є принципи синергетики, у відповідності до яких ефективно керування властивостями матеріалів і їх оптимізація можливі тільки за умов самоорганізації структур. Дослідження останніх років довели, що структури, які самоорганізуються, мають властивості фрактальності, тобто вони можуть бути кількісно описані за допомогою фрактальної розмірності.**

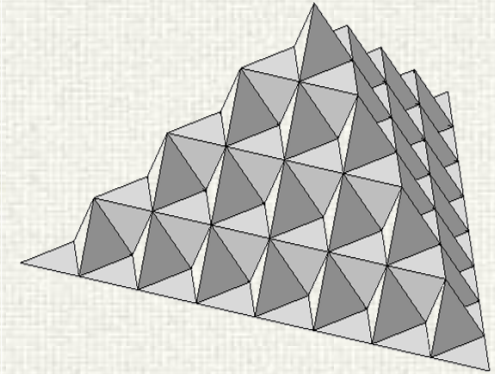
# Фрактали



Крива Коха



Сніжинки Коха

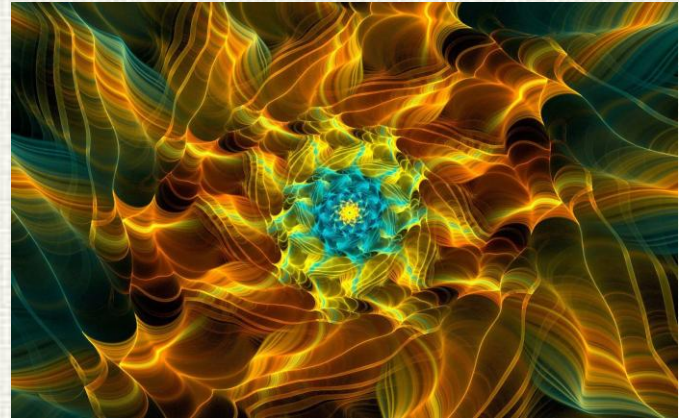
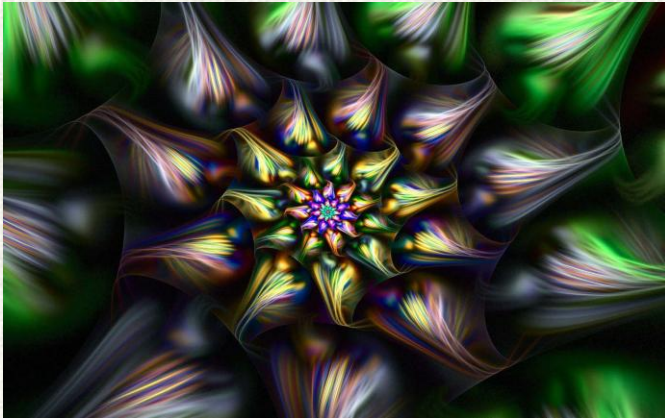


Поверхня Коха

Крива Коха є типовим **геометричним фракталом**. Процес її побудови виглядає наступним чином : беремо одиничний відрізок, поділяємо його на три рівні частини і заміняємо середній інтервал рівнобічним трикутником без цього сегмента. В результаті утворюється ломана, яка складається з чотирьох ланок довжиною  $1/3$ .

На наступному кроці повторюємо операцію для кожної з чотирьох одержаних ланок і т.п. Гранична крива і є крива Коха.

# Фрактали в природі



# Приклади самоорганізації різних систем: Ячейки Бенара

- **Ячейки Бенара** — утворення впорядкованості у вигляді конвективних ячеек у формі циліндричних валів або правильних шестиграних структур в шарі в'язкої рідини з вертикальним градієнтом температури, тобто рівномірно підігрітим знизу.
- Ячейки Релея — Бенара є одним із стандартних прикладів самоорганізації поряд з лазером і реакцією Білоусова – Жаботинського.
- Параметром, який керує самоорганізацією, є градієнт температури. Внаслідок підігріву в початково однорідному шарі рідини починається дифузія через неоднорідність густини. При деякому значенні градієнта дифузія не встигає привести до однорідного розподілу температури в об'ємі і виникають циліндричні вали, що обертаються назустріч один одному.