

*Вступ. Суть і основні
елементи теорії
надійності.*

План заняття.

1. Надійність комп'ютерних систем
2. Функція ненадійності
3. Відмова
4. Ймовірність безвідмовної роботи
5. Залежність інтенсивності відмов від часу експлуатації об'єкту

1. Надійність комп'ютерних систем

Обчислювальні пристрої, ПК і комп'ютерні системи є важливою складовою сучасного виробництва. Нині ця галузь розвивається особливо інтенсивно. Однак розвиток засобів комп'ютерної техніки неможливий без забезпечення їх надійності. Ті, у свою чергу, характеризують багато показників і параметрів.

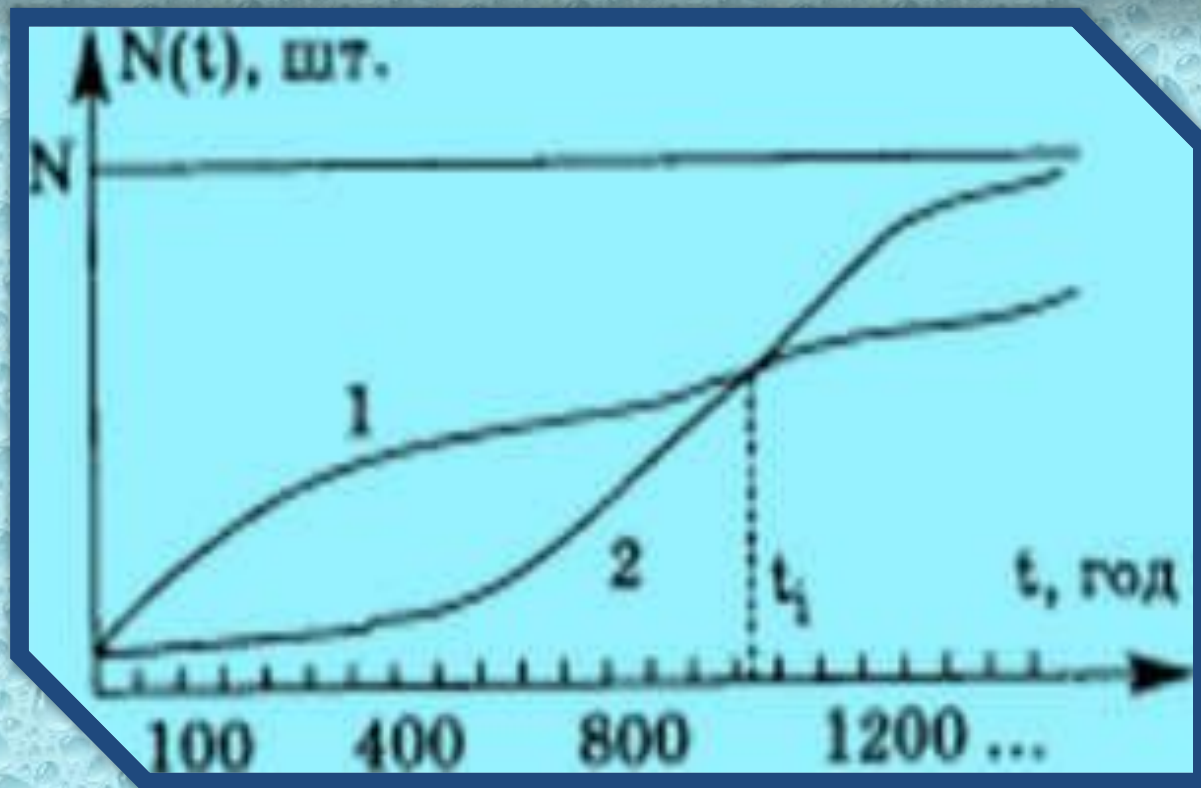
Однією з особливостей комп'ютерних систем і мереж порівняно з іншими, наприклад механічними, є те, що їх надійність визначає не тільки надійність елементів і апаратури, а й надійність програмного забезпечення. Для одержання правильних результатів обчислень необхідно, щоб усі згадані елементи мали необхідну надійність.

Надійність — властивість об'єкта зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання і транспортування.

Приклад

У мережу увімкнений будь-який простий прилад, приміром лампочка розжарення. Він є досить зручним об'єктом, хоча б тому що легко визначити, коли втрачається його працездатність. Нехай лампочка перегорить через 500 год, а інша буде світити 1000 год. Інтуїтивно можна стверджувати, що інша лампочка надійніша. Проте цей висновок можливий лише тоді, коли отримана інформація вже не має сенсу, бо далі використовувати лампочки не можна. З іншого боку, якщо ці прилади різних виробників, то з'являються деякі підстави вважати, що лампочки другого виробника надійніші принаймні за ознакою тривалості роботи. Однак і ці твердження необґрунтовані, бо результат експерименту може бути випадковим, через те, що лампочка першого виробника мала, наприклад, дефект, який не був помічений відділом технічного контролю (ВТК).

Якщо ускладнити експеримент і взяти не по одній лампочці, а $N = 100$ шт. одного виробника і стільки ж іншого, увімкнути їх у мережу, то через певні проміжки часу Δt можна зафіксувати кількість лампочок $N(t)$, що вже перегоріли на момент часу t . Це відобразатиме приблизно така залежність



Криві залежності можуть бути побудовані інакше, однак спільними для них завжди є такі властивості:

- криві починаються в точці з нульовими координатами, бо експеримент проводять зі справними об'єктами, тобто $N(0) = 0$;

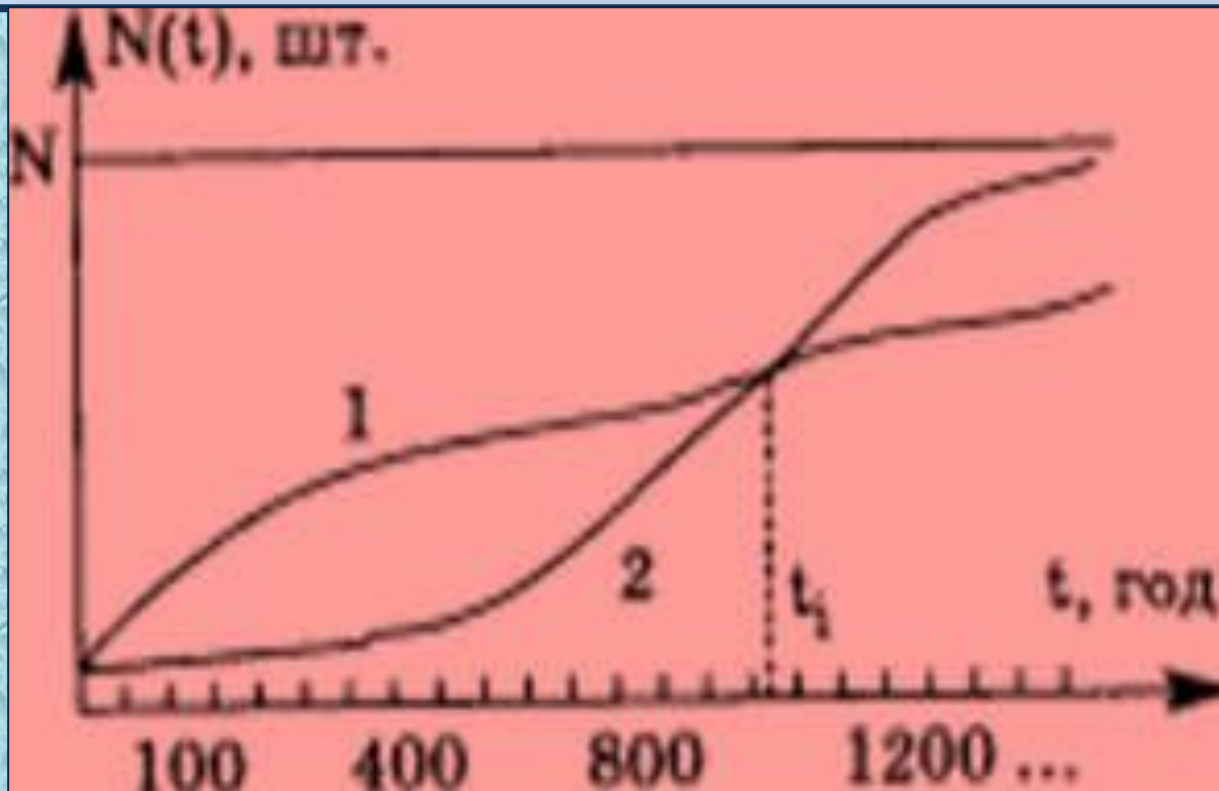
- кожна крива не спадає, тому, що з часом кількість несправних об'єктів не зменшується, тобто $dN(t) / dt \geq 0$;

- при $t \rightarrow \infty$ кожна крива асиметрично наближається до значення $N(t) = N$ (усі об'єкти вийдуть з ладу, а лампочки перегорять).

2. Функція ненадійності

Криві, отримані в результаті експерименту або на основі оброблення статистичних даних про кількість відмов, називають *функціями ненадійності*. Якщо експеримент проведено з великою кількістю випадково вибраних виробів, то функція ненадійності містить вичерпну інформацію про очікувану поведінку об'єктів протягом усього життєвого циклу.

Аналізуючи криві 1 і 2, які відповідають об'єктам 1-ї і 2-ї групи, можна зробити висновок, що до моменту лампочки першого виробника (крива 1) виявляються менш надійними, бо кількість об'єктів, що вийшли з ладу за весь період і в кожний момент часу, більша, ніж для об'єктів другого виробника (крива 2). Після моменту навпаки, крива 2 іде вище кривої 1, тобто для тривалішої роботи виявляються кращими лампочки другого виробника.



Отже, надійність залежить від часу, протягом якого повинен працювати прилад. Саме тому не можна віддати беззаперечну перевагу першому чи другому виробникові — усе залежить від того, протягом якого часу буде експлуатуватися об'єкт і який час він уже пропрацював до моменту, з якого передбачається початок його експлуатації.

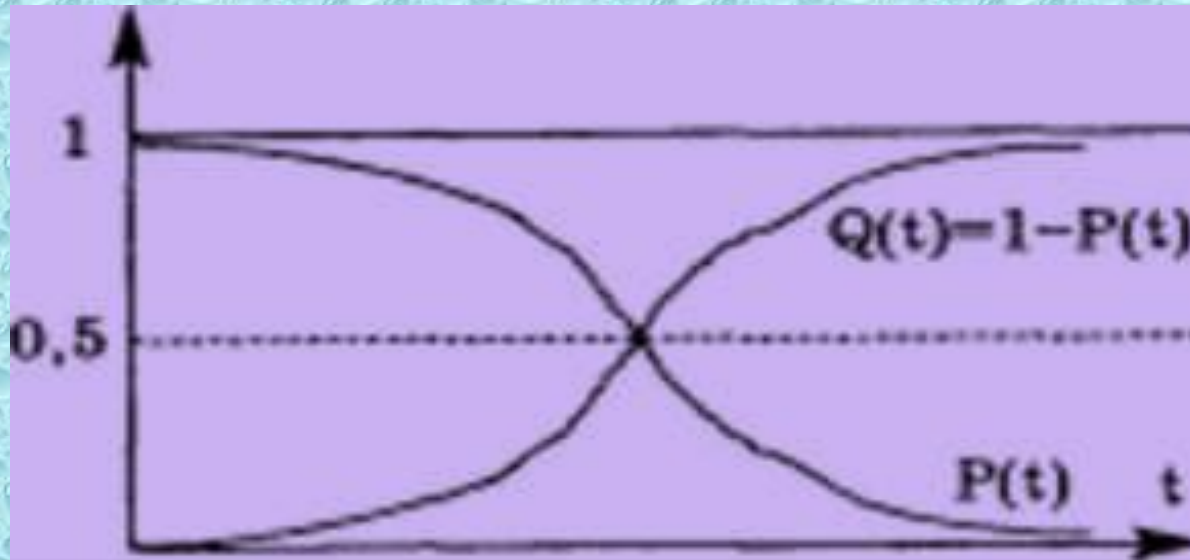
3. Відмова

Відмова — подія, яка полягає в утраті функцій ним модулем (системою) здатності виконувати потрібну функцію.

Відносна кількість об'єктів $N(t)/N$, які втратили працездатність на момент часу t , є не що інше, як ймовірність відмови $Q(t)$ за час t .

Величина:
$$P(t) = 1 - Q(t)$$

є імовірністю безвідмовної роботи об'єкта за час t . Залежність $P(t)$ є зворотною відносно $Q(t)$



Конкретний характер залежності $Q(t)$ і відповідно $P(t)$ невідомий. Відомі лише кінцеві точки відповідної кривої: $P(0) = 1$ і $P(\infty) = 0$ та основна властивість — $Q(t)$ з часом не спадає ($dQ(t)/dt \geq 0$) і $P(t)$ — не зростає ($dP(t)/dt \leq 0$).

4. Ймовірність безвідмовної роботи

Ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$ — функція розподілу ймовірностей безвідмовної роботи об'єкта, яка характеризує ймовірність того, що об'єкт за час t не втратить працездатність. Проте ця функція не дуже зручна для практичного використання. Адже споживача здебільшого цікавить не ймовірність безвідмовної роботи пристрою від початку експлуатації, а лише ця ймовірність на певному проміжку часу експлуатації, наприклад з моменту t_1 до моменту t_2 .

Позначивши ймовірність $P(t_1, t_2)$ можна розглянути ситуацію, коли об'єкт у момент t_1 ще працездатний. Ймовірність такої події $P(t_1)$, а що об'єкт буде працездатним проміжок часу від t_1 до t_2 - $P(t_1, t_2)$. Тому ймовірність того, що об'єкт працездатний в момент t_2 , можна записати як добуток:

$$P(t_2) = P(t_1)P(t_1, t_2)$$

звідси виводять формулу для обчислення ймовірності безвідмовної роботи об'єкта за довільний проміжок часу $t_1 \dots t_2$:

$$P(t_1, t_2) = \frac{P(t_2)}{P(t_1)}$$

- Ймовірність безвідмовної роботи є одним із основних показників надійності технічних виробів, але він не завжди зручний для розрахунків, тому що значення $P(t_1, t_2)$, за відносно короткі проміжки часу (година, доба) для сучасних електронних приладів близьке до 1. Наприклад, ймовірність безвідмовної роботи типової ІС за кілька годин роботи становить $0,999999\dots 0,9999999$. Проводити розрахунки з такими числами незручно. Тому доцільно перейти до відповідних ймовірностей відмови – $10^{-7} \dots 10^{-6}$.

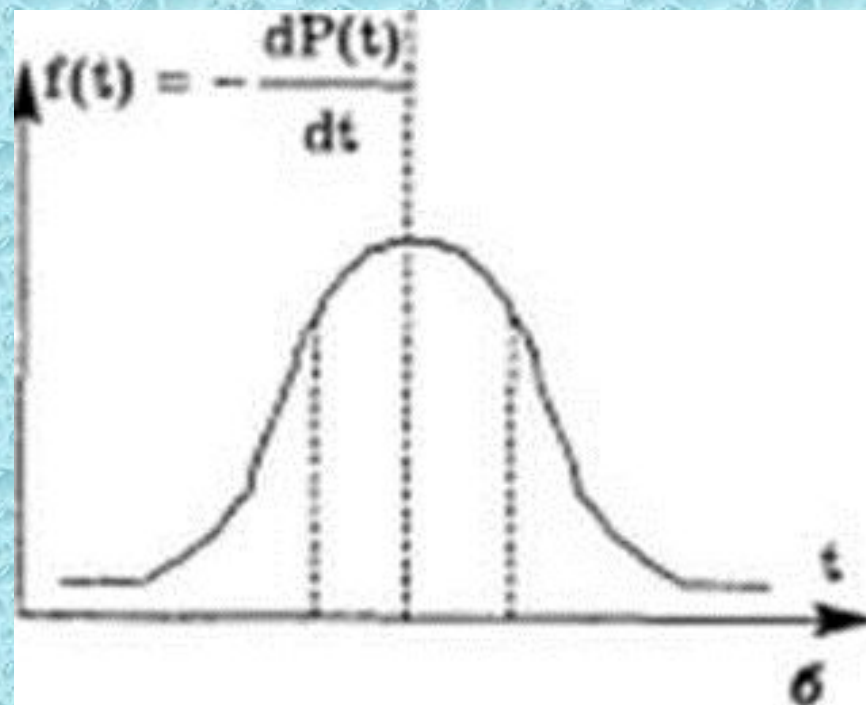
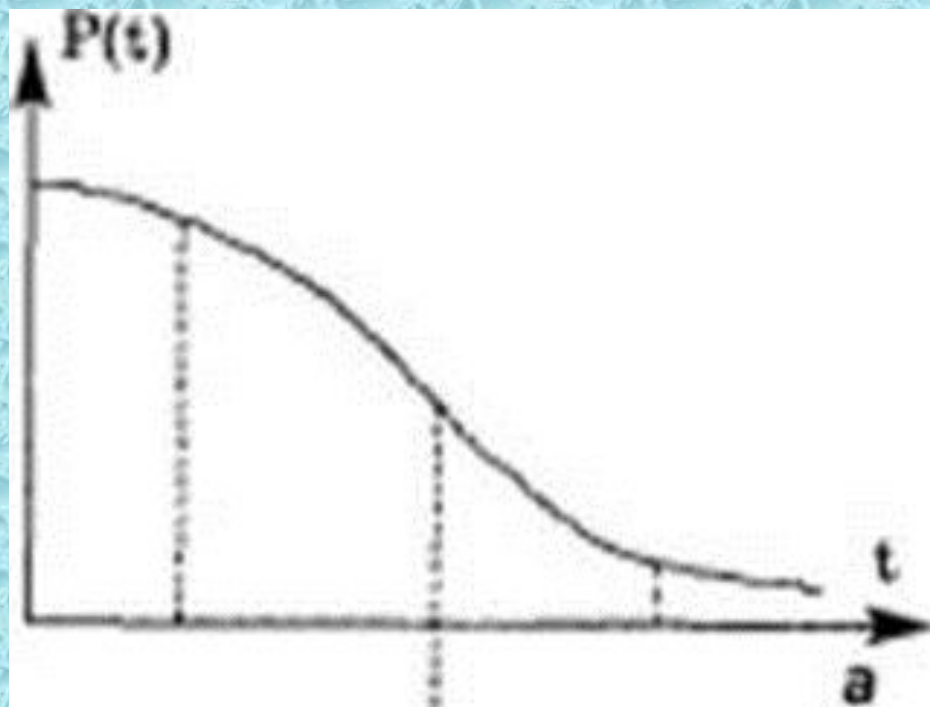
Функція розподілу є інтегральною («накопичувальною») характеристикою надійності, тому що вона враховує всю попередню поведінку об'єкта з точки зору його працездатності.

- Проте здебільшого зацікавленість викликає те, яке значення має надійність у певний момент. З огляду на це зручніше використовувати густину функції розподілу $dP(t)/dt$, що має фізичний зміст частоти відмов і розмірність 1/год:

$$f(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = -\frac{dP(t)}{dt}$$

Поведінка функції показує, як часто відбуваються втрати працездатності протягом життєвого циклу об'єкта. Величина $f(t)$ дає наочну картину зміни надійності об'єкта.

Вигляд функцій розподілу та густини розподілу відмов об'єкта



5. Залежність інтенсивності відмов від часу експлуатації об'єкту



Етап припрацювання. Йому властивий високий рівень інтенсивності відмов, яка досить швидко зменшується і відповідає початковому періоду функціонування об'єкта. У цей час проявляються дефекти виробництва, непомічені вихідним контролем. Щоб подолати недосконалість контролю, застосовують прогони і тренування виробів у граничних режимах (за температурою, вологістю, напругами живлення тощо). Виробник повинен завершити цей етап, не передаючи вироби в експлуатацію.

Період нормальної експлуатації виробу.
Інтенсивність відмов стабілізується, має відносно невеликий рівень і загалом зростає через старіння компонентів та інші фактори.

Початок інтенсивної деградації виробу.

Кількість відмов різко зростає, тому експлуатація може стати недоцільною через значні втрати на проведення відновлювальних (ремонтних) робіт. Початок третього етапу визначає технічний ресурс виробу.

Технічний ресурс виробу — прогнозована тривалість його експлуатації від початку до моменту, коли інтенсивність відмов збільшується до рівня, який робить подальшу експлуатацію неможливою або недоцільною з економічних міркувань.

Отже, користувача цікавить насамперед етап нормальної експлуатації. Тому необхідно проаналізувати математичні способи опису розподілу ймовірності безвідмовної роботи саме в цей період.

Завдання додому :
Л.1 стор. 9 – 15, конспект,
«Методи забезпечення надійності», Л. 1 ст. 19-23