

### **1.3. Класифікація показників надійності**

**Показник надійності – це комплексна характеристика однієї або декількох властивостей, які у сукупності складають надійність об'єкта.**

Показники надійності можна класифікувати наступним чином.

**За кількістю властивостей надійності:**

– *одиничні* – це показники надійності, що характеризують одну з властивостей надійності об'єкта;

– *комплексні* – це показники надійності, що характеризують декілька властивостей надійності об'єкта.

**За джерелом отримання інформації:**

– *експлуатаційні* – це показники надійності, точкову чи інтервальну оцінку якого визначають за результатами експлуатації;

– *експериментальні* – це показники надійності, точкову чи інтервальну оцінку якого визначають за даними випробувань;

– *розрахункові* – це показники надійності, точкову чи інтервальну оцінку якого визначають шляхом розрахунків.

– *екстрапольовані* – це показники надійності, точкову чи інтервальну оцінку якого визначають шляхом розрахунків, експерименту або в результаті експлуатації, а потім переносять (екстраполують) на нові умови використання, час роботи, тощо.

**За властивістю надійності:**

– *показники безвідмовності;*

– *показники ремонтпридатності;*

– *показники збережуваності;*

– *показники довговічності.*

**За кількістю характеризуємих об'єктів:**

– *групові показники* – показники, які можуть бути визначені і встановлені тільки для сукупності об'єктів; рівень надійності окремого примірника об'єкта вони не регламентують;

- *індивідуальні показники* – показники, які встановлюють норму надійності для кожного екземпляра об'єкта з розглянутої сукупності (або одиничного об'єкта);

- *змішані показники* - можуть виступати як групові або індивідуальні.

Слід враховувати, що одиничні показники надійності для відновлюваних і невідновлюваних об'єктів можуть бути різними.

### **Показники безвідмовності**

*Невідновлювальні об'єкти:*

- 1) імовірність безвідмовної роботи;
- 2) інтенсивність відмов;
- 3) середнє напрацювання до відмови;

*Відновлюваний об'єкт:*

- 1) імовірність безвідмовної роботи;
- 2) параметр потоку відмов;
- 3) середнє напрацювання на відмову.

### **Показники ремонтпридатності**

- 1) імовірність відновлення;
- 2) середній час відновлення;
- 3) інтенсивність відновлення.

### **Показники зберігання**

- 1) середній термін зберігання;
- 2) гама-процентний термін зберігання.

### **Комплексні показники надійності.**

- 1) коефіцієнт готовності;
- 2) коефіцієнт технічного використання;
- 3) коефіцієнт оперативної готовності;
- 4) середня і питома сумарна трудомісткість технічного обслуговування;
- 5) середня і питома сумарні трудомісткості ремонтів.

### **Показники довговічності**

*Невідновлювальні об'єкти:*

- 1) середній термін служби;
- 2) середній термін служби до списання;
- 3) гама-процентний термін служби;
- 4) призначений ресурс;
- 5) середній ресурс;
- 6) гама-процентний ресурс.

*Відновлюваний об'єкт:*

- 1) середній термін служби;
- 2) середній термін служби до списання;
- 3) гама-процентний термін служби;
- 4) середній термін служби до середнього (капітального) ремонту;
- 5) середній термін служби між середніми (капітальними) ремонтами;
- 6) призначений ресурс;
- 7) середній ресурс;
- 8) гама-процентний ресурс;
- 9) середній ресурс між середніми (капітальними) ремонтами;
- 10) середній ресурс до списання;
- 11) середній ресурс до середнього (капітального) ремонту.

Показники надійності дозволяють проводити розрахунково-аналітичну оцінку кількісних характеристик окремих властивостей при виборі різних

схемних і конструктивних варіантів обладнання (об'єктів) при їх розробці, випробуваннях і експлуатації. Комплексні показники надійності використовуються головним чином на етапах випробувань і експлуатації при оцінці і аналізі відповідності експлуатаційно-технічних характеристик технічних об'єктів (пристроїв) заданим вимогам. На стадіях експериментального відпрацювання, випробувань і експлуатації, як правило, роль показників надійності виконують статистичні оцінки відповідних імовірнісних характеристик.

#### 1.4. Показники безвідмовності

Один з основних показників надійності технічних об'єктів є **імовірність безвідмовної роботи  $P(t)$  або  $p(t)$  за проміжок часу. Це ймовірність того, що за певних умов експлуатації в межах заданого проміжку часу роботи відмова не виникне.** Час  $t$  називають **напрацюванням** – тривалість роботи виробу, що вимірюється часом, циклами. Імовірність безвідмовної роботи це спадаюча функція, яка змінюється в межах від 1 до 0 (рис. 1) та має наступні властивості:

$$0 \leq P(t) \leq 1; P(0) = 1; P(\infty) = 0.$$

$$p(t) = \text{Вер}(T \geq t) = 1 - F(t) = 1 - \int_0^t f(t) dt.$$

де  $f(t)$  – функція густини розподілу;  $F(t)$  – інтегральна функція розподілу випадкового напрацювання.

Графік зміни імовірності безвідмовної роботи та інтегральної функції розподілу випадкового напрацювання наведено на рис.1.1.

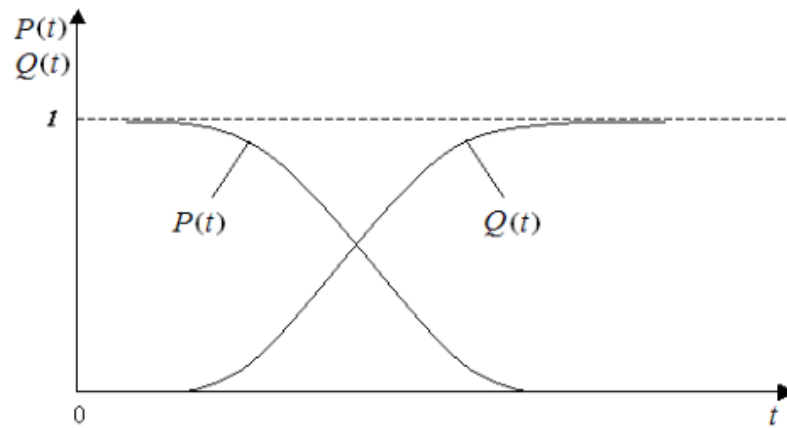


Рис.1.1. – Графік зміни  $P(t)$  та  $Q(t)$

Імовірність безвідмовної роботи виробу  $p(t)$  за проміжок часу  $t$  можна розрахувати на основі показників надійності елементів, що складають даний виріб, або на основі статистичної обробки результатів випробувань великої кількості виробів даного типу. В цьому випадку ймовірність безвідмовної роботи можна визначити за формулою:

$$p(t) \approx \frac{N(t)}{N_0} = \frac{N_0 - n(t)}{N_0} = 1 - \frac{n(t)}{N_0},$$

де  $N_0$  – кількість виробів поставлених на випробування на протязі часу  $t$ ;  $N(t)$  – кількість працездатних за час випробування виробів;  $n(t)$  – кількість виробів, що відмовили за час випробування.

Іноді практично доцільно користуватися не поняттям імовірності безвідмовної роботи, а імовірністю відмови  $Q(t)$  або  $q(t)$ . Це величина обернена імовірності безвідмовної роботи та показує імовірність того, що на протязі певного часу  $t$  в об'єкті виникне відмова. Це монотонно зростаюча функція, яка змінюється від 1 до 0.

$$q(t) = \text{Вер}(T \leq t) = 1 - p(t) = F(t).$$

Імовірність безвідмовної роботи виробу  $p(t)$  за проміжок часу  $t$  пов'язана з імовірністю відмов  $q(t)$  за той же проміжок часу співвідношенням:

$$p(t) + q(t) = 1.$$

Звідси

$$q(t) = 1 - p(t);$$

Імовірність відмови за результатами статистичних випробувань, можна визначити за формулою:

$$q(t) \approx \frac{n(t)}{N_0},$$

де  $n(t)$  – кількість виробів, що відмовили за час  $t$ ;  $N_0$  – кількість виробів, що випробовувалися на протязі часу  $t$ .

У якості показника надійності невідновлюваних виробів використовується густина розподілу напрацювання до відмови  $f(t)$ .

Похідна імовірності відмови  $q(t)$  за часом  $t$  характеризує щільність розподілу напрацювання до відмови (часу безвідмовної роботи виробу), або швидкість «спадання» безвідмовності виробу:

$$f(t) = \frac{dq(t)}{dt} = -\frac{dp(t)}{dt}.$$

Отриманий вираз дозволяє записати

$$p(t) = 1 - \int_0^t f(t)dt = \int_0^{\infty} f(t)dt.$$

Таким чином, знаючи густину імовірності  $f(t)$ , легко знайти величину  $P(t)$ .

$P(t)$  та  $q(t)$  величини безрозмірні.

З урахуванням виразу для  $f(t)$  маємо:

$$f(t) = \frac{dn(t)}{dt \cdot N_0} \approx \frac{\Delta n(t)}{\Delta t \cdot N_0}.$$

Останній вираз застосовується в тому випадку, коли всі вироби однотипові і випробовуються у однаковому режимі.

Густина імовірності  $f(t)$  також є показником надійності, що називається **частотою відмов** – густина розподілу, який показує розподіл відмов у часі:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = \frac{dq(t)}{dt} = \frac{d[1 - p(t)]}{dt} = -\frac{dp(t)}{dt}.$$

Очевидно, що вона характеризує швидкість зменшення імовірності безвідмовної роботи в часі.

Найбільш розповсюдженим кількісним показником надійності є **інтенсивність відмов**, що являє собою відношення щільності розподілу напрацювання до відмови до імовірності безвідмовної роботи виробу, взяті для одного і того ж моменту часу:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{p(t)}.$$

Функції  $f(t)$  та  $\lambda(t)$  вимірюються в 1/год.

Для визначення  $\lambda(t)$  використовують наступну статистичну оцінку:

$$\lambda(t) = \frac{N_0(\Delta t)}{N_{cp}(\Delta t)};$$

де  $N_0(\Delta t)$  – число виробів, що відмовили за інтервал часу  $(\Delta t)$ ,  $N_{cp}(\Delta t)$  – середнє число справних виробів в інтервалі часу  $(\Delta t)$ .

$$N_{cp} = \frac{N_i + N_{i+1}}{2};$$

де  $N_i$  – число виробів, які справно працюють на початку інтервалу ( $\Delta t$ );  
 $N_{i+1}$  – число виробів, які справно працюють в кінці інтервалу ( $\Delta t$ ).

Проінтегруємо вираз для імовірності безвідмовної роботи та отримаємо:

$$p(t) = \exp \left[ - \int_0^t \lambda(t) dt \right] + C.$$

значення постійної інтегрування  $C$  знайдемо використавши початкові умови  
 $t = 0, p(0) = 1 \Rightarrow C = 0$

$$p(t) = \exp \left[ - \int_0^t \lambda(t) dt \right].$$

**Цей вираз називають основним законом надійності.** Він дозволяє встановити часову зміну імовірності безвідмовної роботи при будь-якому характері зміни інтенсивності відмов у часі. В окремому випадку сталості інтенсивності відмов  $\lambda(t) = const$ , вираз переходить у відомий в теорії імовірності експоненціальний розподіл:

$$p(t) = \exp(-\lambda t); \quad F(t) = 1 - \exp(-\lambda t); \\ f(t) = \lambda \exp(-\lambda t)$$

Залежність інтенсивності відмов від часу, що представлена на рис. 1.2.

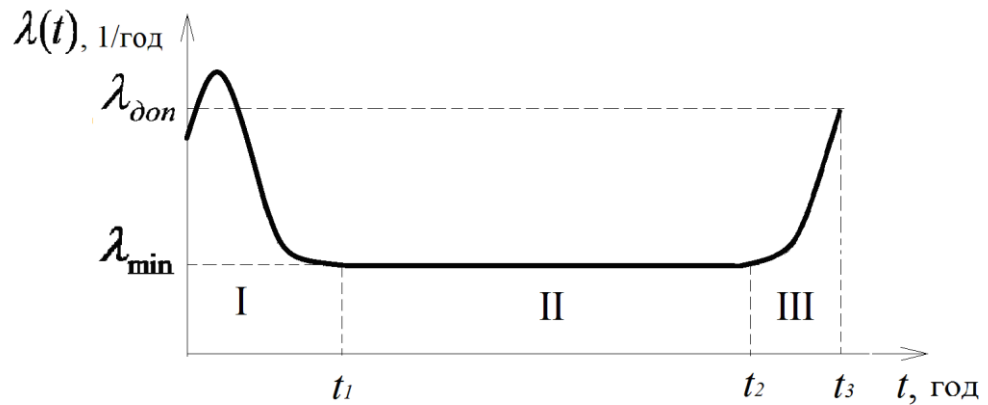


Рис. 1.2. Залежність інтенсивності відмов від часу

Як бачимо, на графіку можна виділити три періоди часу.

I період – період приробітку ( $0-t_1$ ). Цей період характеризується високою інтенсивністю відмов, що обумовлено виходом з ладу виробів, які мають приховані дефекти, які не вдалося виявити при їх виготовленні. Тривалість періоду приробітку складає частку відсотка часу нормальної роботи виробу. Період приробітку вважається завершеним, коли інтенсивність відмов наближується до  $\lambda_{\min}$ . Виникнення відмови на цьому періоді може бути наслідком конструктивних, технологічних та експлуатаційних помилок. В більшості цей процес відбувається на етапі виробництва і дефекти виявляються під час випробувань на надійність.

II період – період нормальної експлуатації ( $t_1-t_2$ ). Цей період характеризується мінімальною і постійною інтенсивністю відмов. Величина  $\lambda_{\min}$  тим менша, а інтервал тим більший, чим досконаліша конструкція, вища якість її виготовлення і більш ретельно дотримані режими експлуатації. Цей період складає десятки тисяч годин. Ознакою періоду нормальної експлуатації технічного об'єкту є сталість інтенсивності відмов у часі  $\lambda(t) = const$ .

III період – період зносу і старіння ( $t_2-t_3$ ). Цей період характеризується різким зростанням інтенсивності відмов через появу зносу і старіння матеріалів. Завершується період і припиняється експлуатація виробу, коли



інтенсивність відмов наближається до максимально допустимого значення  $\lambda_{дон}$ .

Ще одним показником надійності невідновлюваних виробів є **середній час безвідмовної роботи або середнє напрацювання до відмови  $T$**  або  $t_{сер}$ , що визначається за виразом:

$$t_{сер} = \int_0^{\infty} p(t) dt.$$

Для експоненціального розподілу

$$t_{сер} = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = 1/\lambda.$$

Тоді

$$p(t) = e^{-t/t_{сер}}.$$

Математичне сподівання напрацювання до відмови це математично очікуваний наробіток до відмови однотипних елементів, тобто усереднене напрацювання до першої відмови.

Статистично (за результатами випробувань)  $t_{сер}$  визначається як відношення суми часу безперервної роботи кожного виробу до загальної кількості виробів, що випробовуються:

$$t_{сер} = \sum_{i=1}^{N_0} \frac{t_i}{N_0},$$

де  $t_i$  – час безперервної роботи  $i$ -го виробу.

Для відновлювальних об'єктів використовують параметр **середнього напрацювання на відмову  $T_0$**  – сумарне середнє напрацювання об'єкту за весь час експлуатації (сума часів експлуатації між відмовами).

Часто використовують характеристику, звану **гама( $\gamma$ )-процентне напрацювання** – час, протягом якого відмова в об'єкті не настане з імовірністю  $\gamma\%$ :

$$T_\gamma = -\frac{\ln P_\gamma}{\lambda} = -T_0 \ln P_\gamma, P_\gamma = \frac{\gamma}{100}.$$

Вибір параметра для кількісної оцінки надійності визначається призначенням, режимами роботи виробу, зручністю застосування в розрахунках на стадії проектування.

Усі розглянуті показники надійності невідновлюваних виробів є рівноправними. Проте на практиці перевага віддається інтенсивності відмов, оскільки ця функція легко визначається експериментально. Для розрахунків цей параметр беруть з довідника.

Другою характеристикою відновлювальних технічних об'єктів є **параметр потоку відмов** – густина імовірності виникнення відмови відновлюваного об'єкта в даний момент.

Для ординарних потоків без післядії параметр потоку відмов пов'язаний з математичним очікуванням числа відмов:

$$M(t) = \int_0^t \omega(t) dt.$$

Цей показник характеризує відновлювані об'єкти і за статистичними даними визначається за допомогою формули:

$$\omega(t) = \frac{n(t_2) - n(t_1)}{t_2 - t_1}.$$

де  $n(t_1)$  і  $n(t_2)$  – кількість відмов об'єкта, зафіксованих відповідно, після закінчення часу  $t_1$  і  $t_2$ .

Якщо використовуються дані про відмови певної кількості відновлюваних об'єктів, то

$$\omega(t) = \frac{N_0(\Delta t)}{N_1 \cdot \Delta t},$$

де  $N_0(\Delta t)$  – кількість відмов по всіх об'єктах за інтервал часу  $\Delta t$ ;  $N_1$  – кількість однотипних об'єктів, що беруть участь в експерименті.

При експоненціальному розподілі  $\omega(t) = \lambda$ .

Відмови об'єктів виникають у випадкові моменти часу і протягом заданого періоду експлуатації спостерігається потік відмов. Потік відмов – послідовність подій, які відбуваються один за іншим в довільний момент часу. Існує безліч математичних моделей потоків відмов. Найбільш часто використовують **найпростіший потік відмов – Пуасонівський потік**. Найпростіший потік відмов задовольняє одночасно трьом умовам: стаціонарності, ординарності, відсутності післядії.

**Стаціонарність випадкового процесу** (часу виникнення відмов) означає, що на будь-якому проміжку часу  $\Delta t$  імовірність виникнення  $m$  відмов залежить тільки від  $m$  і величини проміжку  $\Delta t$ .

**Ординарність випадкового процесу** означає, що відмови є подіями, випадковими і незалежними. Ординарність потоку означає неможливість появи в один і той же момент часу більше однієї відмови.

**Відсутність післядії** означає, що для двох відрізків часу  $\Delta t_1, \Delta t_2$  число відмов в одному з них не залежить від числа відмов, що потрапили в інший.

Досвід експлуатації складних технічних систем показує, що відмови елементів відбуваються миттєво і якщо старіння елементів відсутнє, то потік відмов в системі можна вважати найпростішим.

## 1.5. Показники ремонтпридатності

**Ремонтпридатність – властивість об'єкта, що полягає в пристосованості до попередження і виявлення причин виникнення його**

**відмов, пошкоджень та усунення їх шляхом ремонту і технічного обслуговування.**

Технічне обслуговування передбачає сукупність технічних і організаційних заходів, що забезпечують підтримання об'єкта в працездатному стані на різних фазах та етапах експлуатації.

Під ремонтом розуміють організацію і виконання робіт з відновлення працездатності та ресурсу роботи.

Ремонтопридатність – якісна характеристика. Для кількісної характеристики застосовують показники ремонтпридатності: імовірність відновлення в заданий час і середній час відновлення. Ці показники відносять до відновлюваних об'єктів.

**Імовірність відновлення  $P_B(t)$**  – це імовірність того, що непрацездатний ТО буде відновлено протягом часу  $t$ .

$$P_B = \frac{n_B}{N_{OB}}$$

де  $n_B$  – кількість виробів час відновлення яких було менше заданого часу  $t$ ,  $N_{OB}$  – число виробів, що залишилися на відновленні.

Імовірність відновлення розглядається як функція розподілу випадкової величини  $t_B$ .

**Інтенсивність відновлення  $\mu(t)$**  – умовна густина розподілу часу відновлення для моменту часу  $t$  за умови, що до цього моменту відновлення об'єкту не сталося (імовірність відновлення працездатності об'єкта в одиницю часу  $t$  за умови, що відновлення не відбулося). Для простоти припускають, що час розподілено за експоненціальним законом  $\mu(t) = \mu = const$ . При реалізації зазначеного будемо розглядати умови відновлення об'єкта в проміжку часу  $t, t + \Delta t$ . Імовірність цієї події може бути розглянута як імовірність реалізації двох несумісних подій: відновлення об'єкта до моменту  $t$  та відновлення об'єкта за проміжок часу  $t, t + \Delta t$ . Тоді

$$P_B(t, \Delta t) = P_B(t) + [1 - P_B(t)]\mu\Delta t.$$

Перейшовши до лімітів отримаємо диференційне рівняння першого порядку.

$$\frac{dP_B(t)}{dt} = [1 - P_B(t)]\mu.$$

Розв'язавши рівняння з урахуванням початкових умов  $t = 0, P(0) = 0$  отримаємо

$$P_B = 1 - e^{-\mu t}.$$

Розрахунок інтенсивності відновлення за статистичними даними відбувається за формулою:

$$M(t) = \frac{n_e(\Delta t)}{N_{\text{в.ср}}(\Delta t)};$$

де  $n_e(\Delta t)$  – кількість відновлених виробів за час  $\Delta t$ ,  $N_{\text{в.ср}}(\Delta t)$  – середнє число виробів, які не були відновлені протягом часу  $\Delta t$ .

**Середній час відновлення  $T_{\text{в.ср}}$**  – це математичне очікування відновлення.

$$T_{\text{в.ср}} = \int_0^{\infty} t f_B(t) dt;$$

де  $f_B = P'_B(t)$  – густина розподілу величини часу відновлення.

Для експоненціального закону розподілу

$$T_{\text{в.ср}} = \int_0^{\infty} t P'_B(t) dt = \int_0^{\infty} t \mu e^{-\mu t} dt = \frac{1}{\mu}.$$

Ремонтопридатність об'єкту в значній мірі визначається заходами, передбаченими і проведеними при його проектуванні і виготовленні та може прямо впливати на його безвідмовність і може ефективно підвищувати її для ряду об'єктів. Чималий вплив на ремонтпридатність надає також експлуатація об'єкта, оскільки в цей період діють такі фактори, як організація

технічного обслуговування і відновлення, підготовка операторів, постачання запасними елементами тощо.

## 1.6. Показники збережуваності

Важливою, особливо для об'єктів з тривалими термінами зберігання, є властивість об'єкта зберігати на етапах зберігання та транспортування свої задані експлуатаційні властивості. Ці властивості об'єкта визначаються поняттям «збереженість». Згідно з визначенням збереженість може розглядатися як специфічний випадок безвідмовності, розповсюджуваний тільки на етапи зберігання і транспортування.

В якості одиничних показників, що дозволяють кількісно визначити збереженість, використовують середній термін зберігання і гамма-процентний термін зберігання.

**Середній термін зберігання**  $T_{\text{собр.ср}}$  – математичне очікування терміну зберігання

$$T_{\text{зб.ср}} = \int_0^{\infty} t_{\text{зб.ср}} f(t_{\text{зб}}) dt,$$

де  $t_{\text{зб.ср}}$  – збережуваність  $i$ -го об'єкта;  $f(t_{\text{зб}})$  – функція густини розподілу величини  $t_{\text{зб}}$ .

**Гама-процентний термін зберігання**  $t_{\text{зб}\gamma}$  – термін зберігання, який буде досягнутий об'єктом із заданою вірогідністю у  $\gamma$  відсотків.

$$T_{\gamma} = -\frac{\ln P_{\gamma}}{\lambda} = -T_0 \ln P_{\gamma}, P_{\gamma} = \frac{\gamma}{100}.$$

## 1.7. Показники довговічності

**Довговічність** – *властивість об'єкта зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування і ремонтів.*

Для невідновлюваних елементів (електровакуумні прилади, резистори, конденсатори тощо) значення довговічності збігається з часом їх експлуатації до відмови.

Одиничні показники довговічності: термін служби і ресурс.

**Термін служби** визначається календарною тривалістю експлуатації об'єкта від початку експлуатації чи її поновлення після середнього (капітального) ремонту до настання граничного стану.

Для відновлюваних і не відновлюваних об'єктів розрізняють середній термін служби, середній термін служби до списання і гамма-процентний термін служби.

**Середній термін служби**  $T_{cp.cl}$  – математичне очікування терміну служби:

$$T_{cp.cl} = \int_0^{\infty} t_{cli} f(t_{cl}) dt,$$

де  $t_{cli}$  – термін служби  $i$ -го об'єкта,  $f(t_{cl})$  – функція щільності розподілу часу терміну служби.

**Середній термін служби до списання**  $T_{cp.cl.cn}$  – середній термін служби від початку експлуатації до його списання, обумовленого настанням граничного стану.

**Середній міжремонтний термін служби** – середній термін служби між суміжними капітальними ремонтами об'єкта.

**Середній термін служби до капітального ремонту** – середній термін служби від початку експлуатації об'єкта до його першого капітального ремонту.

**Гама-процентний строк служби** – строк служби, протягом якого об'єкт не досягає граничного стану з заданою ймовірністю у  $\gamma$  відсотків.

Гама-процентний термін служби визначається виразом

$$1 - q(T_{сл}) = P(T_{сл}) = \gamma / 100$$

де  $q(T_{сл})$  – функція розподілу терміну служби.

Вважаючи закон розподілу часу безвідмовної роботи елементів об'єкта експоненціальним і скориставшись виразами для цього закону, запишемо

$$\exp(-\lambda T_{сл}) = \gamma / 100.$$

Логарифмуючи цей вираз, отримаємо

$$T_{сл} = -\frac{1}{\lambda} \ln(\gamma / 100) = -T_0 (-\ln(\gamma / 100)).$$

Цей вираз дозволяє зв'язати безвідмовність комплектуючих об'єкт елементів з його довговічністю.

Стосовно до відновлюваних об'єктів розрізняють також середній термін служби між середніми (капітальними) ремонтами і середній термін служби до середнього (капітального) ремонту.

**Середній термін служби між середніми (капітальними) ремонтами** – середній термін служби між суміжними середніми (капітальними) ремонтами.

**Середній термін служби до середнього (капітального) ремонту** – середній термін служби від початку експлуатації об'єкта до його першого середнього (капітального) ремонту.

*Всі значення термінів служби визначаються на підставі статистичних даних експлуатації апаратури.*

Друга група показників довговічності це ресурси.



**Ресурсом** називають напрацювання об'єкта від початку його експлуатації чи поновлення після середнього або капітального ремонту до настання граничного стану.

Для відновлюваних і невідновлюваних об'єктів розрізняють призначений ресурс, середній ресурс і гамма-процентний ресурс.

**Призначений ресурс**  $R_n$  – сумарне напрацювання об'єкта, при досягненні якої експлуатація повинна бути припинена незалежно від його стану.

**Середній ресурс** – математичне очікування ресурсу:

$$R_{cp} = \int_0^{\infty} r_i f(r) dt$$

де  $r_i$  – ресурс роботи  $i$ -го елемента (об'єкта):  $f(r)$  – функція щільності розподілу величини  $r$ .

**Гама-процентний ресурс** – напрацювання, протягом якого об'єкт не досягає граничного стану із заданою ймовірністю гама відсотків.

Для визначення гамма-відсоткового ресурсу можна скористатися виразом попередньою формулою, підставляючи замість функції розподілу терміну служби значення функції розподілу ресурсу.

Крім розглянутих показників для відновлюваних об'єктів розрізняють середній ресурс між середніми (капітальними) ремонтами, середній ресурс до списання і середній ресурс до середнього (капітального) ремонту.

**Середній ресурс між середніми (капітальними) ремонтів (ремонтний ресурс)** – середній ресурс між суміжними середніми (капітальними) ремонтами.

**Середній ресурс до списання** – середній ресурс об'єкта від початку експлуатації до його списання, обумовленого граничним станом.

**Середній ресурс до середнього (капітального) ремонту** – середній ресурс від початку експлуатації об'єкта до його першого середнього (капітального) ремонту.

*Всі значення ресурсів визначаються на підставі статистичних даних експлуатації апаратури.*