

Лекція 4

НАВАНТАЖЕННЯ І ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВИКЛИКІВ

Основні питання

1. **Поняття навантаження**
2. **Дисципліни обслуговування викликів**
3. **Характеристики якості обслуговування**
4. **Пропускна здатність СРІ**

Поняття навантаження

- При обслуговуванні потоків викликів у СРІ кожен з них займає обслуговуючий прилад на деякий інтервал часу. У теорії телетрафіку сумарний час зайняття приладів викликами називається навантаженням [1].
- Розрізняють навантаження, що надходить, обслуговується і втрачається.
- Навантаженням, що обслуговується за інтервал часу $[t_1, t_2)$, називається сумарний час зайняття всіх приладів СРІ

$$Y_o(t_1, t_2) = \sum_{i=1}^v \tau_i, \quad (1)$$

де v – загальне число приладів СРІ;

τ_i – час заняття i -го приладу за інтервал $[t_1, t_2)$.

- За одиницю виміру навантаження прийнято одне годино-заняття (1 г.-зан.). Одне годино-заняття – це таке навантаження, що може бути обслужене одним приладом протягом години при безперервному зайнятті цього приладу.
- Навантаженням $Y(t_1, t_2)$, що надходить за інтервал часу $[t_1, t_2)$, називається навантаження, що може бути обслужене ідеальною системою комутації, якщо кожному виклику негайно був би наданий один з обслуговуючих приладів.
- **Втрачене навантаження** – це та частина навантаження, що надійшла і не була обслугована СРІ

$$Y_n(t_1, t_2) = Y(t_1, t_2) - Y_o(t_1, t_2) \quad (2)$$

- Математичне сподівання навантаження в одиницю часу (за звичай за одну годину) називається інтенсивністю навантаження. Позначається навантаження символом λ . При цьому говорять про інтенсивності навантажень, які надходять, обслуговуються і втрачаються.
- За одиницю виміру навантаження прийнятий Ерланг.
- Один Ерланг являє собою навантаження в одне годинозаняття за 1 годину.
- У практиці вимірювання обслуженого навантаження використовується така теорема.
- *Теорема 1.* Якщо на СРІ поступає стаціонарний потік викликів, то інтенсивність обслуженого навантаження, виражена в Ерлангах, кількісно дорівнює середньому числу одночасно зайнятих виходів системи, що обслуговує це навантаження.

- Доведення цієї теореми ґрунтується на тому, що для стаціонарних потоків викликів інтенсивність обслуженого навантаження

$$y_o = M[Y_o(0,1)] = \frac{\sum_{i=1}^v i \cdot \tau_i}{T} = \sum_{i=1}^v iP_i = \bar{S} \quad , \quad (3)$$

- де P_i – імовірність заняття i приладів; v – загальна кількість приладів; \bar{S} – середнє число зайнятих виходів.
- Для кількісної оцінки інтенсивності навантаження, що надходить, використовується така теорема.
- *Теорема 2.* Інтенсивність навантаження, що створюється найпростішим потоком викликів, кількісно дорівнює математичному сподіванню числа викликів, що надходять за час, рівний середній тривалості одного заняття

$$y = M[T_{об}] \cdot \chi = \frac{\lambda}{\mu} \quad , \quad (4)$$

- де χ і λ – відповідно інтенсивність і параметр потоку викликів (для найпростішого потоку $\chi = \lambda$);
 $M[T_{об}]$ – середній час обслуговування викликів;
 μ – інтенсивність обслуговування ($\mu = 1 / M[T_{об}]$).
- Інтенсивність навантаження змінюється і залежить від сезону, дня тижня, години доби. Для забезпечення задовільної якості обслуговування абонентів у будь-який час доби розрахунок обладнання СРІ необхідно виконувати, виходячи з інтенсивності навантаження в ту годину, коли вона максимальна. Ця година називається годиною найбільшого навантаження – ГНН.
- Година найбільшого навантаження – це безперервний 60-ти хвилинний інтервал часу, протягом якого середнє навантаження є максимальним.

Дисципліни обслуговування викликів

- Всі дисципліни обслуговування викликів можна розділити на дисципліни обслуговування без втрат і дисципліни обслуговування із втратами.
- **Дисципліною обслуговування без втрат** називається така дисципліна, при якій виклики, що надходять, негайно обслуговується.
- **Дисципліною обслуговування із втратами** — якщо виклики, що надходять, отримують відмову в обслуговуванні або їх обслуговування затримується на якийсь час.
- Через економічні причини СРІ за звичай проектується з втратами.

Дисципліни обслуговування викликів

- Розрізняють явні й умовні втрати.
- **Дисципліною обслуговування з явними втратами** називається така дисципліна, при якій виклик, отримавши відмову в обслуговуванні, залишає систему й надалі не чинить на неї жодного впливу.
- **Дисципліною обслуговування з умовними втратами** називається така, за якої виклики не втрачаються, а обслуговуються з очікуванням, або ж після їх повторення.

Характеристики якості обслуговування

- Для оцінки якості обслуговування викликів з явними втратами використовується один з трьох видів втрат:
 - 1) втрати викликів P_e ;
 - 2) втрати за часом P_t ;
 - 3) втрати за навантаженням P_n .
- Втрати є випадковими величинами. При розрахунках за звичай оперують їхніми середніми значеннями, тобто їхніми математичними сподіваннями. Ці середні значення називаються ймовірностями втрат.

- **Імовірність втрати викликів** можна визначити за формулою

$$p_v = \frac{M[n_{втр}]}{M[n]}, \quad (5)$$

де $n_{втр}$ – число викликів, що втрачені за розглянутий проміжок часу;

n – загальне число викликів.

Імовірність втрат викликів можна визначити й через відношення

$$p_v(0,t) = \frac{\Lambda_{втр.}(0,t)}{\Lambda(0,t)}, \quad (6)$$

де в чисельнику знаходиться провідна функція потоку втрачених викликів, а в знаменнику – провідна функція потоку вхідних викликів

- Для стаціонарних потоків

$$p_v = \frac{\chi_{втр}}{\chi},$$

де $\chi_{втр}$ – інтенсивність потоку втрачених викликів;

χ – інтенсивність потоку викликів, що надходять.

Інакше кажучи, p_v – частина викликів, обслуговування яких не закінчується обслуговуванням.

Імовірність втрат за часом p_t – частина часу, протягом якого виклики блокуються, тому що всі прилади зайняті обслуговуванням, тобто

$$p_t = P\{i = v\},$$

де v – загальне число обслуговуючих приладів,

i – число зайнятих приладів.

- **Імовірність втрат за навантаженням** P_H – це відношення математичного сподівання навантаження, що втрачається за розглянутий проміжок часу, до математичного сподівання навантаження, що надходить за той самий проміжок часу

$$P_H(0, t) = \frac{M[Y_{втр}(0, t)]}{M[Y(0, t)]} \quad (7)$$

- Для стаціонарних потоків

$$P_H = \frac{y_{втр}}{y} = \frac{y - y_o}{y} \quad (8)$$

де $y_{втр}$ – інтенсивність навантаження, що втрачається;
 y – інтенсивність навантаження, що поступає.

- Величина втрат може виражатися в частках одиниці, у відсотках або в промілях. Наприклад, $p=0,005=0,5\%=50/1000$.
- Дисципліна обслуговування з умовними втратами припускає, що виклики, які надійшли в момент зайнятості усіх приладів, не зникають, а затримуються в обслуговуванні.
- За способом обслуговування затриманих викликів розрізняють:
 - 1) обслуговування з очікуванням;
 - 2) обслуговування з повторними викликами.
- У першому випадку виклики ставляться в чергу й обслуговуються в міру звільнення приладів. У другому випадку затримані виклики повторюються через деякі проміжки часу до одержання необхідного з'єднання (активна черга).

Для оцінки якості обслуговування викликів по дисципліні з очікуванням використовуються такі характеристики.

- Імовірність очікування для викликів, що надходять

$$P_{оч} = P(T_{оч} > 0) = \frac{M[k_3]}{M[k]},$$

де k_3 – число затриманих викликів, а k – число що надійшли. Для стаціонарних потоків

$$P_{оч} = \frac{\chi_3}{\chi}$$

- Імовірність очікування для будь-якого виклику понад деякий час $P(T_{оч} > t)$.
- Імовірність очікування затриманого виклику понад деякий час $P_3(T_{оч} > t)$.
- Середній час очікування стосовно всіх викликів $\bar{T}_{оч} = M[T_{оч}]$
- Середній час очікування стосовно затриманих викликів

$$\bar{T}_{оч.зат.} = M[T_{оч. зат.}]$$

- Середня довжина черги \bar{r} .
- Для оцінки якості обслуговування СРІ з повторними викликами використовуються наступні характеристики:
- імовірність втрат первинного виклику – p ;
- імовірність втрат повторного виклику – p_n ;
- середнє число повторних викликів на один первинний виклик \bar{c} .

Пропускна здатність СРІ

- Однією з найважливіших характеристик СРІ є пропускна здатність.
- Під пропускною здатністю СРІ η розуміється така максимальна інтенсивність обслуженого навантаження, при якій втрати не перевищують допустимих.
- У теорії телетрафіку часто використовується питома пропускна здатність як відношення пропускної здатності СРІ до числа приладів: $\eta_1 = \frac{\eta}{v}$