

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Варіант 1. Інтервал між замовленнями розподілений рівномірно на відріжку $[0,4]$; час обслуговування розподілений рівномірно на відріжку $[0,20]$. Побудувати імітаційну модель чотириканальної СМО з відмовами. Використавши блоки TRANSFER, що працюють у режимі BOTH, передбачити можливість отримання статистики у стандартному звіті для кожного каналу обслуговування окремо. Побудувати графік залежності середньої кількості зайнятих каналів від часу на проміжку $[0,1000]$.

Варіант 2. Інтервал між замовленнями розподілений рівномірно на відріжку $[0,4]$; час обслуговування розподілений рівномірно на відріжку $[0,20]$. Побудувати імітаційну модель чотириканальної СМО з відмовами. Використавши блоки GATE, передбачити можливість отримання статистики у стандартному звіті для кожного каналу обслуговування окремо. Побудувати графік залежності ймовірності обслуговування від часу на проміжку $[0,1000]$.

Варіант 3. Потoki замовлень і обслуговувань найпростіші з інтенсивностями $\lambda=1/2$, $\mu=1/10$ відповідно. Побудувати модель триканальної СМО з трьома місцями у черзі, передбачивши можливість числового інтегрування системи диференціальних рівнянь для ймовірностей станів і порівняння результатів, отриманих за допомогою аналітичної та імітаційної моделей.

За результатами моделювання побудувати графіки для залежностей:

- ймовірностей станів від часу, отриманих числовим інтегруванням рівнянь аналітичної моделі, на проміжку часу $[0,50]$;
- модельного (P_{mod}) і аналітичного (P_{an}) значень ймовірності обслуговування від часу на проміжку $[0,1000]$;
- модельного (SA) і аналітичного ($SKZK$) значень середньої кількості зайнятих каналів від часу на проміжку $[0,1000]$;

- модельного (QA) і аналітичного ($SKZCH$) значень середньої кількості замовлень у черзі на проміжку $[0,1000]$.

Варіант 4. Потoki замовлень і обслуговувань найпростіші з інтенсивностями $\lambda=1/3$, $\mu=1/10$ відповідно. У чотириканальній СМО з очікуванням організувати дисципліну обслуговування, за якої замовлення не обслуговуються, якщо вони перебувають у черзі більше, ніж 1 од. модельного часу. За допомогою блоку TRANSFER, що працює в режимі ALL, забезпечити отримання статистики у стандартному звіті для кожного каналу обслуговування окремо (замовлення, що не обслуговуються, проходять через вільний канал, не затримуючись). Перевірити роботу моделі за допомогою таблиці розподілу часу перебування в черзі для значення модельного часу 10000.

Варіант 5. Інтервал між замовленнями розподілений рівномірно на відріжку $[0,5]$; час обслуговування розподілений рівномірно на відріжку $[0,25]$. Побудувати імітаційну модель триканальної СМО з відмовами і двома повторними спробами. Кожне замовлення, яке не потрапило на обслуговування з першої спроби, з імовірністю 0,7 здійснює другу спробу потрапити на обслуговування через випадковий час, рівномірно розподілений на відріжку $[0,30]$. Кожне замовлення, яке не потрапило на обслуговування з другої спроби, з імовірністю 0,3 здійснює третю спробу потрапити на обслуговування через випадковий час, рівномірно розподілений на відріжку $[0,20]$. Четвертій спроби не здійснює жодне замовлення.

Для організації повторних спроб використати блоки TRANSFER, що працюють у режимі BOTH, і блоки TRANSFER, що працюють у статистичному режимі.

Побудувати графік залежності ймовірності обслуговування від часу на проміжку $[0,1000]$.

Варіант 6. Найпростіший потік замовлень інтенсивності $\lambda=1/2$ розподіляється між каналами п'ятиканального пристрою з однаковою ймовірністю $P=1/5=0,2$. Час обслуговування замовлення

в кожному каналі рівномірно розподілений на відріжку [5,25]. Кожне замовлення чекає на звільнення того каналу, до якого воно було розподілене. Побудувати імітаційну модель даної СМО, використавши блок TRANSFER, що працює в режимі PICK. Побудувати графік залежності коефіцієнтів використання кожного каналу від часу на проміжку [0,1000].

Варіант 7. Найпростіший потік замовлень інтенсивності $\lambda=1/2$ розподіляється між каналами n -ятиканального пристрою з однаковою ймовірністю $P=1/5=0,2$. Час обслуговування замовлення в кожному каналі розподілений за показниковим законом з параметром $\mu=1/15$. Заставши канал зайнятим, замовлення негайно покидає систему (втрачається). Побудувати імітаційну модель даної СМО, використавши блок TRANSFER, що працює в режимі PICK. Обчислити ймовірність обслуговування для значення модельного часу 10000. Побудувати графік залежності ймовірності обслуговування від часу на проміжку [0,1000].

Варіант 8. Найпростіший потік замовлень інтенсивності $\lambda=1/2$ розподіляється між каналами n -ятиканального пристрою з однаковою ймовірністю $P=1/5=0,2$. Час обслуговування замовлення в кожному каналі розподілений за показниковим законом з параметром $\mu=1/15$. Заставши канал зайнятим, замовлення негайно покидає систему (втрачається). Побудувати модель GPSS World для числового інтегрування системи диференціальних рівнянь для ймовірностей станів даної СМО.

За результатами числового інтегрування побудувати графіки для залежностей:

- ймовірностей станів системи від часу на проміжку часу [0,50];
- ймовірності обслуговування від часу на проміжку [0,1000].

Ймовірність обслуговування обчислювати за формулою:

$$P_{\text{обс}} = \frac{\mu \bar{k}}{\lambda},$$

де $\bar{k}$ – середня кількість зайнятих каналів, підрахована за результатами числового інтегрування.

Варіант 9. Найпростіший потік замовлень інтенсивності $\lambda=1/2$ розподіляється між каналами чотириканального пристрою з ймовірностями $p_i = 0,1i$ ($i=\overline{1,4}$). Час обслуговування замовлення в кожному каналі рівномірно розподілений на відріжку [5,25]. Заставши канал зайнятим, замовлення негайно покидає систему (втрачається). Побудувати імітаційну модель даної СМО, використавши функцію типу D для розіграшу ймовірностей p_i , блок ASSIGN для запису номера каналу в перший параметр транзакта і блоки TEST для скерування транзакта до відповідного каналу згідно з номером, записаним у його першому параметрі.

Обчислити ймовірність обслуговування для значення модельного часу 10000. Побудувати графік залежності ймовірності обслуговування від часу на проміжку [0,1000].

Варіант 10. Найпростіший потік замовлень інтенсивності $\lambda=1/6$ розподіляється між трьома двоканальними пристроями, які працюють як СМО з відмовами, залежно від значень їхніх коефіцієнтів використання (КВ). Якщо для першого БКП КВ перевищує значення 0,5, для другого – 0,6, то замовлення скеровується до третього БКП. У свою чергу, якщо для третього БКП КВ перевищує значення 0,8, то замовлення не обслуговується і втрачається. Час обслуговування для всіх БКП розподілений рівномірно на проміжку [25,125]. Побудувати імітаційну модель, яка б забезпечувала описану дисципліну обслуговування.

Визначити коефіцієнти використання трьох двоканальних пристроїв і ймовірність обслуговування для значення модельного часу 10000. Побудувати графік залежності ймовірності обслуговування від часу на проміжку [0,1000].

Варіант 11. У гаражі 20 автомобілів і 2 місця для проведення ремонту. В середньому кожен автомобіль протягом місяця тричі потребує ремонту. В середньому ремонт одного автомобіля триває 1 добу. Вважаючи, що потоки відмов і потік обслуговувань – найпростіші, побудувати модель GPSS World для числового інтегрування системи диференціальних рівнянь для ймовірностей станів цієї замкненої СМО. За результатами

числового інтегрування на проміжку часу $[0,50]$ (одиниця модельного часу – 1 доба) визначити середню кількість автомобілів, які перебувають на ремонті; середню кількість автомобілів, які чекають на ремонт; середню кількість автомобілів, які простоюють, і ймовірність простою окремого автомобіля.

Варіант 12. У гаражі 20 автомобілів і 3 місця для проведення ремонту. В середньому кожен автомобіль через кожні 10 діб потребує ремонту, можливе відхилення від середнього значення ± 3 . Ремонт одного автомобіля триває в середньому одну добу, відхилення від середнього часу $\pm 0,5$ доби. Розподіли інтервалу відмов і часу обслуговування рівномірні. Побудувати імітаційну модель цієї замкненої СМО, передбачивши за допомогою блоку TRANSFER, що працює в режимі ALL, отримання статистики у стандартному звіті для кожного місця ремонту окремо. За результатами моделювання на проміжку часу $[0,10000]$ визначити середню кількість автомобілів, які перебувають на ремонті; середню кількість автомобілів, які чекають на ремонт; середню кількість автомобілів, які простоюють, і ймовірність простою окремого автомобіля. Одиниця модельного часу – 1 доба.

Варіант 13. У гаражі 20 автомобілів і 3 місця для проведення ремонту. В середньому кожен автомобіль через кожні 10 діб потребує ремонту, можливе відхилення від середнього значення ± 3 . Ремонт одного автомобіля триває в середньому одну добу, відхилення від середнього часу $\pm 0,5$ доби. Розподіли інтервалу відмов і часу обслуговування рівномірні. Потік відмов автомобілів розподіляється між трьома місцями ремонту залежно від значень їхніх коефіцієнтів використання (КВ). Якщо для першого місця ремонту КВ перевищує значення 0,5, для другого – 0,6, то автомобілі скеровуються до третього місця ремонту. У свою чергу, якщо для третього місця ремонту КВ перевищує значення 0,8, то автомобілі змушені чекати на обслуговування у цьому місці ремонту. Побудувати імітаційну модель цієї замкненої СМО, передбачивши описану дисципліну обслуговування.

За результатами моделювання на проміжку часу $[0,10000]$

визначити коефіцієнти використання трьох місць ремонту та середню кількість автомобілів, які перебувають на ремонті; Одиниця модельного часу – 1 доба.

Варіант 14. Інтервал між замовленнями розподілений рівномірно на відріжку $[0,4]$; час обслуговування розподілений рівномірно на відріжку $[0,20]$. Побудувати імітаційну модель чотириканальної СМО з відмовами. Використавши блоки TEST, передбачити можливість отримання статистики у стандартному звіті для кожного каналу обслуговування окремо. Побудувати на одному рисунку графіки залежностей коефіцієнтів використання кожного каналу від часу на проміжку $[0,1000]$.

Варіант 15. Потоки замовлень і обслуговувань найпростіші з інтенсивностями $\lambda=1/4$, $\mu=1/15$ відповідно. Побудувати імітаційну модель п'ятиканальної СМО з відмовами. Використавши блоки TRANSFER, що працюють у режимі BOTH, передбачити можливість отримання статистики у стандартному звіті для кожного каналу обслуговування окремо. Побудувати графік залежності ймовірності обслуговування від часу на проміжку $[0,1000]$.

Варіант 16. Інтервал між замовленнями розподілений за показниковим законом з параметром $\lambda=1/4$, час обслуговування – за показниковим законом з параметром $\mu=1/10$. Побудувати імітаційну модель п'ятиканальної СМО з відмовами. Використавши блоки GATE, передбачити можливість отримання статистики у стандартному звіті для кожного каналу обслуговування окремо. Побудувати графік залежності середньої кількості зайнятих каналів від часу на проміжку $[0,1000]$.

Варіант 17. Інтервал між замовленнями розподілений рівномірно на відріжку $[0,5]$; час обслуговування – за показниковим законом з параметром $\mu=1/15$. Побудувати імітаційну модель п'ятиканальної СМО з відмовами. Використавши блоки TEST, передбачити можливість отримання статистики у стандартному звіті для кожного каналу обслуговування окремо.

Побудувати графік залежності ймовірності обслуговування від часу на проміжку $[0,1000]$.

Варіант 18. Інтенсивність найпростішого потоку замовлень $\lambda = 0,5$; час обслуговування розподілений рівномірно на відрізку $[0,20]$. Побудувати модель семиканальної СМО з відмовами, передбачивши можливість числового інтегрування системи диференціальних рівнянь для ймовірностей станів і порівняння результатів, отриманих за допомогою аналітичної та імітаційної моделей.

За результатами моделювання побудувати графіки для залежностей:

- ймовірностей станів $p_0(t), p_1(t), p_6(t), p_7(t)$ від часу, отриманих числовим інтегруванням рівнянь аналітичної моделі, на проміжку $[0,50]$;
- модельного (P_{mod}) і аналітичного (P_{an}) значень ймовірності обслуговування від часу на проміжку $[0,1000]$;
- модельного (SA) і аналітичного ($SKZK$) значень середньої кількості зайнятих каналів від часу на проміжку $[0,1000]$.

Варіант 19. Найпростіший потік замовлень інтенсивності $\lambda=1/2$ розподіляється між каналами двоканального пристрою з однаковою ймовірністю $P=1/2=0,5$. Час обслуговування замовлення в кожному каналі розподілений за показниковим законом з параметром $\mu=1/5$. Заставши канал зайнятим, замовлення негайно покидає систему (втрачається). Побудувати імітаційну модель даної СМО, використавши блок TRANSFER, що працює в режимі PICK.

У тій самій програмі побудувати модель GPSS World для числового інтегрування системи диференціальних рівнянь для ймовірностей станів даної СМО.

За результатами імітаційного моделювання та числового інтегрування обчислити ймовірність обслуговування для значення модельного часу 10000 і побудувати в одному вікні (на одному рисунку) графіки залежностей ймовірності обслуговування від часу

на проміжку $[0,1000]$.

Ймовірність обслуговування за результатами числового інтегрування обчислювати за формулою:

$$P_{\text{обс}} = \frac{\mu \bar{k}}{\lambda},$$

де $\bar{k}$ – середня кількість зайнятих каналів, підрахована також за результатами числового інтегрування.

Варіант 20. Інтервал між замовленнями розподілений за законом Ерланга другого порядку з параметром 0,5; час обслуговування розподілений за законом Ерланга третього порядку з параметром 0,1. Побудувати імітаційну модель чотириканальної СМО з відмовами. Використавши блоки GATE, передбачити можливість отримання статистики у стандартному звіті для кожного каналу обслуговування окремо. Побудувати графік залежності ймовірності обслуговування від часу на проміжку $[0,1500]$. **Вказівка:** кажуть, що випадкова величина розподілена за законом Ерланга порядку k з параметром λ , якщо вона є сумою k випадкових величин, розподілених за показниковим законом з параметром λ .

Варіант 21. Інтервал між замовленнями розподілений за законом Ерланга третього порядку з параметром 1,5; час обслуговування розподілений за законом Ерланга другого порядку з параметром 0,5. Побудувати імітаційну модель чотириканальної СМО з відмовами. Використавши блоки TEST, передбачити можливість отримання статистики у стандартному звіті для кожного каналу обслуговування окремо. Побудувати на одному рисунку графіки залежностей коефіцієнтів використання кожного каналу від часу на проміжку $[0,2000]$. Обчислити ймовірність обслуговування для значення модельного часу 2000. **Вказівка:** кажуть, що випадкова величина розподілена за законом Ерланга порядку k з параметром λ , якщо вона є сумою k випадкових величин, розподілених за показниковим законом з параметром λ .

Варіант 22. Інтервал між замовленнями розподілений за законом Ерланга другого порядку з параметром 0,5; час обслуговування розподілений за законом Ерланга третього порядку з параметром 0,2. Побудувати імітаційну модель п'ятиканальної СМО з відмовами. Використавши блоки TRANSFER, що працюють у режимі BOTH, передбачити можливість отримання статистики у стандартному звіті для кожного каналу обслуговування окремо. Побудувати графік залежності ймовірності обслуговування від часу на проміжку [0,2500].

Вказівка: кажуть, що випадкова величина розподілена за законом Ерланга порядку k з параметром λ , якщо вона є сумою k випадкових величин, розподілених за показниковим законом з параметром λ .