**Анотація**

У даній роботі розглядається моделювання неперервно-стохастичних моделей на ЕОМ.

Робота викладена на 25 сторінках друкованого тексту, містить: 4 додатки, 5 рисунків та список використаної літератури з 3 найменувань.

Робота виконана українською мовою.

**Аннотация**

В данной работе рассматривается моделирование непрерывно-стохастической моделей на ЭВМ.

Работа изложена на 25 страницах печатного текста, содержит: 4 приложения, 5 рисунков и список использованной литературы из 3 наименований.

Работа выполнена на украинском языке.

**Annotation**

In the given work modelling continuous - stochastic models on the ECM is considered

Work is stated on 25 pages of the printed text, contains: 4 appendices, 5 figures and the list of the used literature from 3 names.

Work is executed on Ukrain

**Зміст**

Вступ.............................................................................................................................3

1. Змістовний опис процесу надходження повідомлень до ЕОМ........................5
2. Складання концептуальної моделі процесу надходження повідомлень........ 7
3. Формальний опис процесу надходження повідомлень до ЕОМ......................9
4. Опис імітаційної моделі процесу надходження повідомлень........................13
5. Програмування імітаційної моделі, яка працює в системі управління технологічним процесом........................................................................................ 15
6. Випробування імітаційної моделі............................................................... 16
7. Результати імітаційного моделювання....................................................... 17

Висновки............................................................................................................... 18

Список використаної літератури........................................................................ 20

Додаток А – Текст програми.................................................................................. 21

Додаток Б – Текст програми................................................................................... 22

Додаток В – результати роботи програми............................................................. 23

Додаток Г – результати роботи програми............................................................. 24

##### Вступ

Темою данної курсової роботи є моделювання процесу надходження до ЕОМ повідомлень від датчиків та вимірювальних пристроїв. Це обумовлено тим, що постійне впровадження системи збирання та обробки інформації вимагає збільшення кількості датчиків, використання пристроїв для проміжного зберігання повідомлень і т.д.

Існує проблема, що ЕОМ, працюючи в системі управління технологічним процесом, приймає данні з різних зовнішніх пристроїв. Ці дані необхідно обробити, але при цьому знайти оптимальний спосіб їх обробки. Тому що, якщо дані будуть надто швидко надходити , то ЕОМ не встигне їх всіх обробити і частина інформації буде втрачена, що погано, а якщо надто повільно, то тоді буде спостерігатися простой, що теж погано. І в першому і в другому випадках технологічний процес буде зірвано. І тому для перевірки роботи надходження і обробки повідомлень, нам необхідно змоделювати цей процес на ЕОМ та знайти вісоток повідомлень, що були оброблені, що були втрачені, відсоток часу, який ЕОМ обробляла повідомлення. Все це можно перевірити на реальній моделі,тобто емпірично, але це буде дорого коштувати, а нам важливо знайти такі параметри системи, щоб вона була найбільш ефективною, а також зменшити собівартість та покращити якість системи.

Ціллю курсової роботи є виконання моделювання та отримання характеристик роботи обчислювальної машини, що пряцює в системі управління технологічним процесом, до якої через 5±2 с надходить інформація від датчиків та вимірювальних пристроїв (440 повідомлень). До обробки на ЕОМ повідомлення накопичуються в буферній пам’яті ємністю 1 повідомлення. Час обробки повідомлення на ЕОМ складає 7±3 с. Динаміка технологічноого процесу має такий вигляд, що оброблятися будуть ті повідомлення, які чекають в буфері пам’яті не більше ніж 13 с, а всі інші вважаються втраченими.

Для досягнення поставленої цілі необхідно вирішити наступні задачі:

* виконати змістовний опис заданої системи обробки інформації;
* скласти концептуальну модель процесу надходження повідомлень;
* побудувати схему функціювання заданної реального процесу надходження та обробки повідомлень на ЕОМ;
* зробити математичний опис функціювання ЕОМ;
* виконати опис імітаційної моделі ЕОМ;
* зробити програмування імітаційної моделі ЕОМ;
* провести випробування імітаційної моделі ЕОМ;
* отримати резутьтати досліджень і зробити висновки щодо доцільності використання розробленої моделі.

**1 Змістовний опис заданої системи обробки інформації**

Імітаційне моделювання – моделювання, де система замінюється на її імітатор, і з ним проводяться досліди з метою отримання інформації про систему. Математичне моделювання полягає в заміні системи її математичною моделлю і проведенні експериментів з нею, а не з самою системою. В основу імітаційного моделювання покладена методологія системного аналізу, тому для рішення нашої задачі використаємо імітаційне моделювання.

До системи обробки інформації, що представлена ЕОМ, надходять дані від датчиків та вимірювальних пристроїв. Цей процес нам потрібно змоделювати. Моделювання буде виконано спрощено тому, що використані будуть тільки задані основні характеристики, такі, як швидкість надходження повідомлень від датчиків, ємність черги, час обробки повідомлення процесором. І знехтуємо всіма іншими параметрами, що можуть вплинути на задану систему. До таких параметрів можна віднести перешкоди на лінії, коллізія, затримки при передачі та багато інших.

З постановки задачі, що визначена у вступі, маємо наступні границі та обмеження:

* границі моделювання обмежені кількістю повідомлень(450 повідомлень);
* повідомлення надходить через кожні 5±2 секунд;
* для обробки повідомлення ЕОМ потрібно 7±3 секунд;
* якщо ЕОМ не обробила повідомлення протягом 13 секунд, то воно втрачається;

Для того щоб мати змогу швидко порівняти варіанти нашої системи, що працює в системі управління технологічним процесом, нам необхідно виконати моделювання із можливістю швидко змінювати основні параметри.

          Критерій якості допоможе нам з'ясувати адекватність роботи нашої імітаційної моделі. Критерієм якості обираємо коефіцієнт завантаження ЕОМ, що обчислюється як відношення часу, що мав бути витрачений на обробку повідомлень, до всього фактичного часу.     Так ми зможемо оцінити кількість втрачених повідомлень і зробити висновки про роботу нашої системи.

**2 Складання концептуальної моделі ЕОМ, яка працює в системі управління технологічним процесом**

Як видно з опису системи, вона складається із двох основних елементів: датчиків та ЕОМ. Від датчиків до ЕОМ надходять повідомлення для обробки через деякий випадковий проміжок часу. Даний процес надходження повідомлень є дуже схожим на процес в СМО, тому в якості концептуальної моделі можна використати саме СМО. Система масового обслуговування – це будь-яка система, призначена для обслуговування повідомлень, що надходять у випадкові моменти часу. В нашому випадку датчики та вимірювальні пристрої надсилають дані з деякиою випадковою інтенсивністю до системи обробки (рисунок 1).

m=1

λ

µ

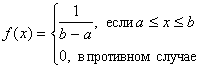


**Рисунок 1** – Схема функціонування системи обробки інформації від датчиків

Після того як повідомлення попало до ЕОМ, то воно займає певний час в заданому інтервалі. Якщо при надходжені повідомлення обчислювальний пристрій зайнятий, то повідомлення встає до буферної пам’яті, якщо пам’ять вільна, або втрачається, тобто наша СМО є одноканальною та з обмеженою чергою. Далі коли ЕОМ звільняється, то повідомлення з буферної пам’яті переміщується до ЕОМ для обчислення, та пам’ять , що для черги звільняється. Обсяг буферної пам’яті дозволяє зберігати в ній лище 1 повідомлення. Технологічний процес має такий вигляд, що обчислювальний пристрій обробляє лише ті повідомлення, які чекають в буферній пам’яті не більше 13 секунд, а інші повідомлення теж вважаються втраченими. Змодулюємо систему, де будуть надходити для обробки 450 повідомлень. Також необхідно перевірити адекватність створеної моделі. Для цього змінимо розподіл надходження повідомлень у часі з рівномірного на експонентційний. Таким чином, отримаємо таку модель СМО, параметри якої можна розрахувати з використанням математичної моделі. Порівнюючи обчислені значення з даними, які буде отримано шляхом моделювання, можно буде зробити висновки про адекватність імітаційної моделі, створеної в данній роботі.

**3 Формальний опис процесу надходження повідомлень до ЕОМ**

Повідомлення надходять до ЕОМ з рівномірним розподілом. Розглянемо рівномірний закон розподілу випадкової величини: Випадкова величина називаеться рівномірно розподіленою на відрізку [а,b](а і b – це параметри розподілення), якщо її функція щільності має наступний вид



Графік функції щільності рівномірного розподілу на відрізку [a,b] випадкової величини приведена на рисунку 2.

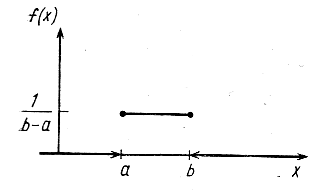


Рис. 2. Функція щільності *f*(*x*) рівномірно розподіленої на відрізку [*a,b*] випадкової величини

     Для перевірки адекватності розробленої моделі треба використати модель, в якій можно разрахувати параметри математично. У даному випадку розглядається СМО – найпростіша з чергою, в якій заявки підлягаюсь експоненційному закону розподілу. Розглянемо експоненційний закон розподілу випадкової величини: Неперервна випадкова величина називається розподіленою за експоненційним законом з параметром *Q*, якщо функція щільності *f*(*x*) випадкової величини має наступний вигляд



де Q>0.

Графік функції щільності експоненційно розподіленої випадкової величини представлено на рис. 3.

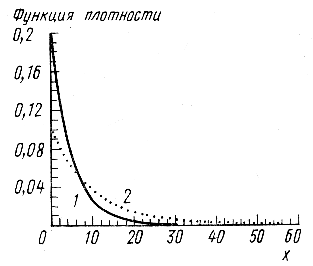


Рис. 3. Функція щільності *f*(*x*) експоненційного розподілу:

(1)  *Q*=0.2, (2)  *Q*=0.1

Для побудови моделі СМО виконуємо наступні дії:

Як було сказано раніше ми будемо використовувати СМО у якості нашої моделі. Стани СМО ми будемо описувати за допомогою формул, що будуть надані нище. Побудуємо нашу СМО у вигляді графа, що зображено на рисунку 4:

λ0 λ1 λn-1

S0 S1 … Sn

μ1 μ2 μn

Рисунок 4 - схематичне представлення СМО з обмеженої чергою

Визнеачаємо всі види станів СМО

S0 – система вільна.

S1 – ЕОМ обробляє повідомлення, черги немає;

S2 – ЕОМ обробляє повідомлення, і в черзіодна заготівка.

Початкові характеристики:

* інтенсивність потоку повідомлень (λ);
* час обробки повідомлення (t).

Для визначення імовірностей станів СМО будемо використовувати такі формули [1]:



(1)

Імовірність знаходження системи в початковому стані, де χ має наступний вигляд:

*<1,* (2)



(3)

(1 ≤ k ≤ n)

Імовірність знаходження системи в к-му стані (для СМО з відмовами).



(4)

(1 ≤ r ≤ m)

Імовірність знаходження системи в r-му стані (для СМО з чергою), де m - кількість місць в черзі,



(5)

Допоміжна змінна, характеризує роботу системи.



(6)

Інтенсивність потоку обробки.

Фінальні імовірності системи існують тільки за .

Критерії якості системи визначаються на основі критеріїв ефективності.

Середня кількість повідомлень (А), що обслуговуються СМО за одиницю часу:



(7)

Імовірність обслуговування повідомлення, що надійшло в СМО:



(8)

λ – інтенсивність потоку заявок (1/5);

μ – інтенсивність потоку обробки (1/7);

m – довжина черги (1) ;

n – кількість каналів (1);

Для даної системи:



**4 Опис імітаційної моделі процесу надходження повідомлень**

Імітаційне моделювання – моделювання, де система замінюється на її імітатор, і з ним проводяться досліди з метою отримання інформації про систему.

Імітаційну модель процесу обробки повідомлень в ЕОМ можно представити у вигляді блок-схеми. Для цього спочатку виділимо основні етапи обробки повідомлення, що надходить від датчиків пристроїв до ЕОМ:

* 1. Повідомлення надходить на ЕОМ.
  2. Якщо ЕОМ вільна, то повідомлення обробляється.
  3. Якщо ЕОМ зайнята, то виконується спроба поставити повідомлення до черги.
  4. Якщо черга вільна, то повідомлення успішно поміщається до неї, щоб далі бути обробленим ЕОМ.
  5. Вмикається лічильник часу, для відліку часу, що повідомлення знаходиться в черзі, якщо час більший ніж задано, то повідомлення втрачається.
  6. Якщо час менший заданого, то повідомлення надходить до ЕОМ для обробки.
  7. Якщо черга зайнята, то повідомлення втрачається.

      Розлянутий алгоритм обробки ЕОМ одного повідомлення представлено на рисунку 5.

Початок

Надходження повідомлення

ЕОМ зайнята

Обробка повідомлення

-

+

Черга зайнята

Повідомлення втрачено

+

Повідомлення збережено в черзі

-

Час зберігання повід. вийшов

Повідомлення втрачено

+

ЕОМ зайнята

+

Обробка повідомлення

-

Кінець

-



Рисунок 5 – блок-схема процесу обробки повідомлення в ЕОМ

Робота ЕОМ відбуваеться у циклі, поки до ЕОМ надходить потік заявок, що складає 450 повідомлень.

**5 Програмування імітаційної моделі**

     Для того щоб запрограмувати нашу імітаційну модель нам необхідно визначитися з мовою, за допомогою якої ми будемо моделувати нашу систему. В данному випадку нам підходять мови високого рівня, такі як С++, але найкращій варіант – це використати спеціальну мову, розроблену під потреби імітаційного програмування.  Прикладом такої мови є GPSS/PC. Переваг таких спеціальних мов буже багато. До них можно віднести:

      - менші витрати часу на розробку;

      - менше запису тих понять, що характеризуют процес імітації.

       Особливість моделювання за допомогою GPSS/PC є те, що можно зберігти звичну термінологію СМО при побудові моделі. У якості об'єтів використовуються повідомлення, черги і таке інше.

      Вказані вище умови і визначають доцільність використання мови GPSS/PC в якості програмного інструменту для моделювання процесу надходження від датчиків повідомлень до ЕОМ на обробку. 

**6 Випробування імітаційної моделі**

     В результаті моделювання отримані наступні результати:

1) Кількість втрачених повідомлень:



2) Кількість оброблених повідомлень:



3) Коефіцієнт завантаження ЄОМ:



В результаті моделювання з експонентним модифікатором часу надходження та обслуговування повідомлень отримані наступні результати:

1) Кількість оброблених повідомлень:



2) Відносна пропускна спроможність ЄОМ:



Відносна пропускна спроможність ЄОМ обчислена аналітично в п.2. Звідси обчислимо критерій якості:



**7 Результати імітаційного моделювання**

У курсовій роботі було виконано моделювання процесу надходження від датчиків повідомлень на обробку до ЕОМ.

Під час проведення моделювання роботи ЕОМ у технологічному процесі з визначеними у завданні початковими умовами було послано на обробку 450 повідомлень.

При моделюванні з рівномірним надходженням потоку повідомлень було оброблено 316 повідомлень. При цьому коефіціент завантаження ЕОМ склав 0.985. Крім того після теоретичного обчислення та після перевірки моделі з використанням експоненційного закону розподілу було знайдено критерій якості, який склав 4,18%.

З цього робимо висновок, що розроблена модель відповідає реальному процесу надходження повідомлень на обробку до ЕОМ з датчиків під час технологічного процесу.

**Висновки**

      У курсовій роботі було виконано моделювання процесу надходження від датчиків повідомлень на обробку до ЕОМ з такими характеристиками:

     - границі моделювання: обмежені кількістю повідомлень(450 повідомлень);

     - повідомлення надходить через кожні 5±2 секунд;

     - на обробку повідомлень ЕОМ витрачає 7±3 секунд;

     - якщо протягом 13 секунд ЕОМ не обробила заявку, то заявка вважається втраченою;

     - буфер зберігає 1 повідомлення.

     В результаті виконання роботи були вирішені наступні задачі:

     - зроблено змістовний опис системи збору, фіксації, обробки інформаційних повідомлень, що надходять з датчиків до ЕОМ (розглянуті основні положення роботи системи, встановлені границі моделювання, визначені критерії перевірки правильності побудови моделі);

     - складено концептуальну модель об\*єкту, що містить  гіпотези, які необходні для побудови моделі ЕОМ, яка працює в системі управління технологічним процесом; побудована схема реального процесу надходження повідомлень на обробку інформації від датчиків; розглянуто основні відомості про експоненційний закон розподілу заявок у найпростішій СМО;

     - зроблено опис імітаційної моделі, який представлено у вигляді блок-схеми основного алгоритма роботи ЕОМ.

     - розроблено програмну моделі вивчаємої системи мовою GPSS/PC.

     Під час проведення моделювання роботи ЕОМ у технологічному процесі з визначеними у завданні початковими умовами було послано на обробку 450 повідомлень.

     При моделюванні з рівномірним надходженням потоку повідомлень було оброблено 316 повідомлень. При цьому коефіціент завантаження ЕОМ склав 0.985.

     При моделюванні з експоненційним надходженням потоку повідомлень було оброблено 527 повідомленя. При цьому коефіціент завантаження ЕОМ склав 0.875.

 З цього робимо висновок, що розроблена модель відповідає реальному процесу надходження повідомлень на обробку до ЕОМ з датчиків під час технологічного процесу.

**Список використаної літератури**

1. Лабораторний практикум з математичної статистики А.М.Кузнецов, Р.І.Зароський, Є.Ю. Неділько. -Миколаїв: УДМТУ, 2002.-7c.
2. Томашевський В.М. Моделювання систем - К.: "Вид. гр. БХВ", 2005.- 352 с.
3. Шрайбер Т.Дж.. Моделирование на GPSS.- М.: Машиностроение.1980.- 592с

**Додаток А –** Текст програми із рівномірним законом розподілу часу надходження та обслуговування повідомлень:

5 MBUF STORAGE 1

10 GENERATE 4,1

15 GATE SNF MBUF,REFUS

20 ENTER MBUF

25 MARK IDL

30 QUEUE PRCS

35 GATE NU CMPTR

40 LEAVE MBUF

45 TEST LE MP$IDL,13,REFUS

50 SEIZE CMPTR

55 ADVANCE 5,1

60 DEPART PRCS

65 RELEASE CMPTR

70 REFUS TERMINATE 1

75 START 570

100 END

**Додаток Б –** Текст програми із експоненційним законом розподілу часу надходження та обслуговування повідомлень:

6 EXP FUNCTION RN3,C24

0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38

.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2

.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8

8 MBUF STORAGE 1

10 GENERATE 4,FN$EXP

15 GATE SNF MBUF,REFUS

20 ENTER MBUF

25 MARK IDL

30 QUEUE PRCS

35 GATE NU CMPTR

40 LEAVE MBUF

45 TEST LE MP$IDL,13,REFUS

50 SEIZE CMPTR

55 ADVANCE 6,FN$EXP

60 DEPART PRCS

65 RELEASE CMPTR

70 REFUS TERMINATE 1

100 START 570

101 END

**Додаток В –** Резутьлати роботи програми з додатку А

GPSS/PC Report file KURS.GPS. (V 2, # 40550) 06-19-2007 07:09:06 page 1

START\_TIME END\_TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES FREE\_MEMORY

0 2286 13 1 1 17920

LINE LOC BLOCK\_TYPE ENTRY\_COUNT CURRENT\_COUNT RETRY

10 1 GENERATE 571 0 0

15 2 GATE 571 0 0

20 3 ENTER 453 0 0

25 4 MARK 453 0 0

30 5 QUEUE 453 1 0

35 6 GATE 452 0 0

40 7 LEAVE 452 0 0

45 8 TEST 452 0 0

50 9 SEIZE 452 0 0

55 10 ADVANCE 452 0 0

60 11 DEPART 452 0 0

65 12 RELEASE 452 0 0

70 REFUS TERMINATE 570 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE.\_TIME AVAILABLE OWNER PEND INTER RETRY DELAY

CMPTR 452 0.990 5.01 1 0 0 0 1 0

QUEUE MAX CONT. ENTRIES ENTRIES(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

PRCS 2 1 453 0 1.46 7.38 7.38 0

STORAGE CAP. REMAIN. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MBUF 1 0 0 1 453 1 0.47 0.472 0 0

**Додаток Г -** Резутьлати роботи програми з додатку Б

GPSS/PC Report file KURS\_REP.GPS. (V 2, # 40550) 06-19-2007 07:20:4 page 1

START\_TIME END\_TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES FREE\_MEMORY

0 2014 13 1 1 16960

LINE LOC BLOCK\_TYPE ENTRY\_COUNT CURRENT\_COUNT RETRY

10 1 GENERATE 570 0 0

15 2 GATE 570 0 0

20 3 ENTER 287 0 0

25 4 MARK 287 0 0

30 5 QUEUE 287 0 0

35 6 GATE 287 0 0

40 7 LEAVE 287 0 0

45 8 TEST 287 0 0

50 9 SEIZE 272 0 0

55 10 ADVANCE 272 0 0

60 11 DEPART 272 0 0

65 12 RELEASE 272 0 0

70 REFUS TERMINATE 570 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE.\_TIME AVAILABLE OWNER PEND INTER RETRY DELAY

CMPTR 272 0.732 5.43 1 0 0 0 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRIES ENTRIES(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

PRCS 17 15 287 21 8.68 60.94 65.75 0

STORAGE CAP. REMAIN. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MBUF 1 1 0 1 287 1 0.46 0.460 0 0

**Додаток Б –** Текст програми із експоненційним законом розподілу часу надходження та обслуговування повідомлень:

6 EXP FUNCTION RN3,C24

0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38

.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2

.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8

8 MBUF STORAGE 1

10 GENERATE 5,FN$EXP

15 GATE SNF MBUF,REFUS

20 ENTER MBUF

25 MARK IDL

30 QUEUE PRCS

35 GATE NU CMPTR

40 LEAVE MBUF

45 TEST LE MP$IDL,13,REFUS

50 SEIZE CMPTR

55 ADVANCE 7,FN$EXP

60 DEPART PRCS

65 RELEASE CMPTR

70 REFUS TERMINATE 1

100 START 450

101 END