Комп’ютерне моделювання. Методичні вказівки для виконання лабораторних і контрольних робіт для студентів денної та заочної форми навчання для напрямку «Металургія» / Укладач: Д.О. Кругляк – Запоріжжя, 2019. – 65 с.

Методичні вказівки містять базові теми та приклади для виконання контрольних робіт, список рекомендованої літератури для підготовки та завдання до цих робіт.

Укладачі: Д.О. Кругляк, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск: зав. кафедрою ОМТ
професор, д.т.н. Явтушенко О.В.

ЗМІСТ:

ВВЕДЕННЯ 4
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ О МАТЕРІАЛЬНІМ БАЛАНСІ 5
2. КОНТРОЛЬНИЙ ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ РОЗПОДІЛУ МЕТАЛУ ПО ПРОДУКТАХ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ 7
2.1 Формулювання завдання 7
2.2 Математична постановка завдання 8
2.3 Лістинг процедури метода Гаусса на мові QBasic 11
2.4 Лістинг процедури метода Гаусса на мові Object Pascal 13
2.5 Порядок роботи із програмою 16
2.6 Результати розрахунку і їхній аналіз 19
2.7 Висновки 21
3. ВАРІАНТИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ 22
ЛІТЕРАТУРА 46

ВСТУП

Відповідно до регламентів вивчення дисципліни «Комп'ютерне моделювання» передбачається виконання студентами контрольної роботи.

Кожний студент повинен виконати завдання, що включає рішення постановочного й самостійного завдання.

Рішення постановочного завдання проводиться відповідно до нижче представленої методичної вказівки.

Інша частина завдання виконується студентом самостійно на підставі знання основ теорії й технології досліджуваних дисциплін спеціальності «Обробки металів тиском».

Вибір завдань представляється всім студентам самостійно на підставі рекомендованих завдань і прикладів, представлених у відповідних посібниках [1-5], а студентам - заочникам рекомендується завдання вибирати відповідно до їх виробництва й робочої професії, на підставі наявних на підприємстві робочих програм розрахунку й ведення технологічних процесів із застосуванням ЕОМ. Необхідно враховувати, що це завдання повинно (і) бути основою для виконання розрахунків при виконанні наступних курсових і дипломних проектів (робіт). Обрані завдання, їхня змістовна частина узгоджується з викладачем, і після твердження виконуються у відповідності з наступними загальними вимогами.

Завдання повинне включати:

- змістовну постановку завдання;
- складання алгоритму;
- програму;
- контрольний розрахунок;
- налагодження програми відповідно до контрольних розрахунків;
- виконання розрахунку;
- аналіз отриманих результатів.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ О МАТЕРІАЛЬНІМ БАЛАНСІ

У металургійних розрахунках важливим є складання матеріального балансу, що спрямований на рішення двох основних завдань:

Перше завдання - забезпечення узгодження проектованого й діючого виробництва з постачальниками сировини й матеріалів, споживачами готової продукції, основний і попутної.

При цьому встановлюється:

1. кількість всіх продуктів, споживаних у процесі виробництва;
2. кількість і состав всіх продуктів, одержуваних у процесі виробництва у вигляді готової продукції або використовуваних у проектованому виробництві відходів.

Друге завдання - забезпечити самий процес проектування й роботи матеріалами, необхідними для розрахунку й роботи встаткування й оцінки якісних показників прийнятої схеми й діючого виробництва.

При цьому встановлюються:

1. всі матеріальні потоки усередині проектованого виробництва;
2. состав всіх проміжних продуктів виробництва, межі нагромадження домішок у цих продуктах і, отже, можливість забезпечення заданої якості кінцевої продукції.

Матеріальні баланси можуть бути двох основних типів - повні матеріальні баланси й матеріальні баланси по елементі або хімічній сполуці. У першому випадку баланс складається з точним визначенням кількості й состава всіх без винятку продуктів, що надходять у процес і виходять із нього. У другому випадку баланс складається тільки по одному основному корисному компоненті або з'єднанню, добування якого і є звичайним завданням виробництва.

Повний матеріальний баланс виробництва дозволяє одержати відповіді на всі питання, необхідні для вв'язування проектованого виробництва із суміжними виробництвами в частині кількості й состава всіх, споживаних і

продуктів, що випускаються, а також для процесу проектування, зокрема для розрахунку встаткування. Однак витрати робочого часу на складання повного матеріального балансу досить великі й можуть у десятки разів перевищувати витрати часу на складання балансу по елементі.

Баланс по елементі приймається для попередніх розрахунків, для аналізу втрат і визначення основних показників, зокрема, потребі в сировину й визначення його по виробництву в цілому. Характерна риса балансу по елементі - його наочність. У ряді випадків, які будуть розглянуті, виконання розрахунку повного матеріального балансу неможливо без попереднього розрахунку по елементі. Це ставиться до всіх схем, що передбачають використання в процесі оборотних продуктів, тобто складних технологічних схем із циклами.

У цьому випадку розрахунок матеріального балансу доцільно виконувати із застосуванням обчислювальної техніки.

2. КОНТРОЛЬНИЙ ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ РОЗПОДІЛУ МЕТАЛУ ПО ПРОДУКТАХ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

2.1 Формулювання завдання

У металургійний цех надходить вихідна сировина (матеріал). У ході технологічних процесів відбувається зміна цієї сировини (матеріалу) і перехід у нові види продукції. При цьому частина матеріалів може виходити з виробництва у вигляді відходів безповоротних (механічні втрати) і зворотних, що переробляються на даному підприємстві або відправляються іншим споживачам. У випадку переробки матеріалів на підприємстві ці продукти беруть участь у циклічному процесі (на рис.1 - продукт X7).

Необхідно визначити необхідне кількості сировини (матеріалу) (X1), наскрізне добування металу (E5), основні джерела втрат (X4, X6,X8) і кількості продуктів, що повертаються, (X7).

Завдання. Один з варіантів технологічної схеми вибирається з пункту 3.

По виробничій програмі в цеху виробляється 1000 т продукту (X5) - наприклад, труб з нержавіючої сталі.

Технологічна схема контрольного приклада представлена на рис.1

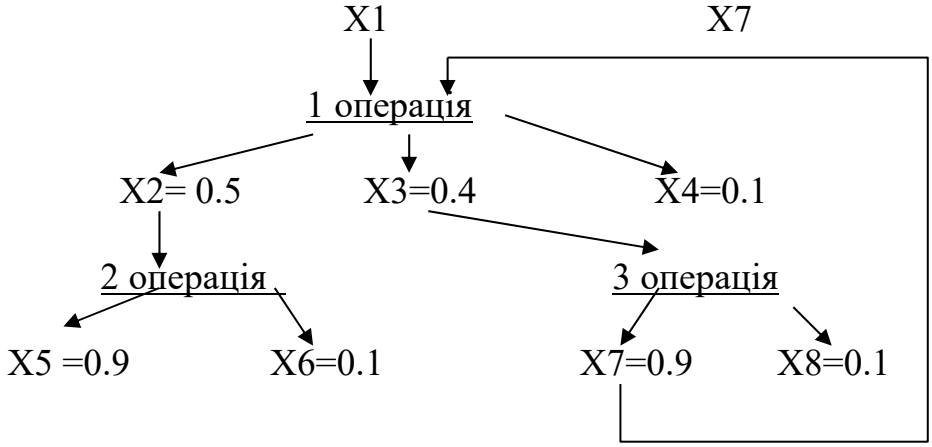


Рис1. Схематичне відображення матеріального балансу

2.2 Математична постановка завдання

Для того, щоб вирішити систему матеріального балансу, необхідно поперше відобразити схему матеріального балансу у вигляді матемотичної системи лінійних рівнянь.

Становимо систему лінійних рівнянь. Кількість їх повинне бути дорівнювати кількості невідомих.

Слід зазначити необхідність складання трьох типів рівнянь.

Перша система рівнянь зв'язує невідомі вихідні продукти із вхідними.

1. X2 + X3 + X4 = X1 + X7
2. X5 + X6 = X2
3. X7 + X8 =X3

Кількість таких рівнянь дорівнює кількості операцій, тобто -3.

Друга система рівнянь зв'язує невідомі вихідного продукту із вхідним коефіцієнтом їхнього розподілу

4. X2 = 0.5 (X1 + X7)
5. X3 = 0.4 (X1 +X7)

Кількість рівнянь від однієї операції, наприклад, першої, дорівнює кількості невідомих мінус одиниця (у даному прикладі, 3 - 1= 2). Вибір невідомі зв'язки не має принципового значення. Можна брати інші сполучення X2, X4 або X3, X4. У другій і третій операції - X6 і X8 відповідно.

6. X5 = 0.9 X2
7. X7 = 0.9 X3

Таким чином, кількість цих рівнянь дорівнює: 8 - 3 -1 = 4 (рівняння 5-8).

Третя система рівнянь пов'язане із заданою продуктивністю:

8. X5 = 1000

Дана величина (1000) обрана умовно для простоти наступних розрахунків і виводів.

Завдання. У самостійному вирішенні студентом контрольної роботи дану величину призначає викладач.

Стосовно до реального технологічного процесу доцільно провести розрахунок у двох варіантах на реальну продуктивність, що надалі пов'язане з повним матеріальному балансом, і на відносну продуктивність 1000 т (кг, г) або 100 т (кг, г).

Представляємо цю систему рівнянь до рівності невідомих і вільних членів (перенесши невідомі члени ліворуч, а відомі та вільні члени праворуч).

1 X1 + X2 + X3 + X4 -X7=0

2. X2 + X5 + X6 =0

3. X3 +X7 + X8 =0

4. 5X1 +X2 -.5X7 =0 (1)

5. 4X1 +X3 -.4X7 =0

6. 9X2 + X5 =0

9. X3 +X7 = 0

8. X5 = 1000

або, у матричній формі, AX = Y (2)

де A - матриця коефіцієнтів при невідомих членах системи рівнянь, Y – вектор – стовбець відомих членів, X – вектор – рядок невідомих членів.

Для більш зручного використовування інформації треба внести відомі данні системи рівнянь до таблиці.

Таблиця 2.1 Матриця системи розрахунків невідомих і вільних членів рівнянь

A	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	Y
1	-1	1	1	1	0	0	-1	0	0
2	0	-1	0	0	1	1	0	0	0
3	0	0	-1	0	0	0	1	1	0
4	-.5	1	0	0	0	0	-.5	0	0
5	-.4	0	1	0	0	0	-.4	0	0

6	0	-.9	0	0	1	0	0	0	0
7	0	0	-.9	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	1	0	0	0	1000

Далі необхідно визначитись з методом вирішення системи лінійних рівнянь.

Як відомо існує декілька методів розв'язання таких рівнянь: матричний метод, метод Крамера, метод Гаусса – найпоширишені з цих методів.

Завдання. Вибір методу вирішення системи алгебраїчних рівнянь вирішується студентом.

Однак перші з два перелічених раніш методів використовують визначник матриці, який у свою чергу вирішується або за допомогою методу Гаусса, або за допомогою рекурсивного визначення мінорів матриці та алгебраїчних доповнень (даний метод важко реалізується зі застосуванням ЕОМ).

Тому для вирішення системи лінійних алгебраїчних рівнянь було вибрано метод Гаусса.

Суть методу Гаусса полягає в наступному. Система рівнянь (1) шляхом послідовного виключення невідомих приводиться до системи із трикутною матрицею, з якої потім визначаються значення невідомих. Якщо потім застосувати цей алгоритм для трикутної але заздалегінь транспнованої матриці, то можно отримати ліаганальну матрицю, де значення усіх елементів матриці крім тих, що розташовані на головній діагоналі, дорівнює нулю. І знаходження невідомих членів стає тревіальною справою.

Після вибору методу треба його відобразити за допомогою язика програмування на ЕОМ.

Завдання. Вибір язика програмування обгрунтовно вирішується студентом.

У цьому прикладі далі буде наведено декілька способів вирішення системи лінійних рівнянь за допомогою різних мов програмування. Студент повинен дотримуватись якоїсь одної мови програмування.

2.3 Лістинг процедури метода Гаусса на мові QBasic

```
100 REM метод Гаусса с выбором ведущего элемента
105 N%=8
110 DIM A (8,8), B(8)
120 FOR W1=1 TO 8
130 FOR W2=1 TO 8
140 A(W1,W2) = 0
150 NEXT W2
160 NEXT W1
170 FOR W1=1 TO 8
180 B(W1)=0
190 NEXT W1
200 B( 8 ) = 1000
210 A(1,1)= -1: A(1,2) =1 : A(1,3) =1 : A(1,7)= -1
220 A(2,2) = -1 :  A(2,5)=1: A(2,6)= 1
230 A(3,3)= -1 : A(3,7) = 1 : A (3,8) =1
240 A(4,1) = -.5 : A (4,2) =1 : A (4,7) = -.5
250 A(5,1) = -.4 : A( 5,3) =1: A(5,7) = -.4
260 A(6,2) = -.9: A(6,5)=1
270 A(7,3)= -.9 : A(7,7) = 1
280 A(8,5)= 1
660 GOSUB 1000
670 REM печать результатов
680 PRINT “имеет корни”
685 LPRINT “ имеет корни“
690 FOR I = 1 TO N%
700 PRINT “x” ; I ; “=”; B(I)
```

```
705 LPRINT “x” ; I ; “ = “ ; B(I)
710 NEXT I
720 PRINT
750 FOR I = 1 TO 8
755 E = B(I) * 100/ B (1)
760 PRINT “ E для X” : I ; “ = “ ; E
765 LPRINT “ E для X” ; I ; “ = “ ; E
770 NEXT I
800 END
1000 REM > SIMQ (A  ( , ) , B ( ) , N% ) : LOCAL I %, J % , K %, 10 % , D
1010 FOR I % = 1 TO N % -1
1020 I0 % = I %
1030 FOR  J% = I % + 1 TO N%
1040 IF ABS (A(J %, I %))> ABS (A(I0%, I %)) THEN I0 % = J %
1050 NEXT J %
1060 IF I0 % <> I % THEN FOR K% = I% TO N% : D= A(I%,K%) :
 A( I%, K%) = A(I0%, K%) :
1070 FOR J % = I % + 1 TO N%
1080 D = A(J%, I%) / A(I%, I%)
1090 IF D<>0 THEN FOR K% = I % TO N % :
A(J%, K%) = A(J%,K%)=A(J%,K%) – D * A(I%,K%) : NEXT
1100 NEXT J %
1110 NEXT I%
1120 FOR I% = N% TO 1 STEP –1
1130 FOR K%=I%+1 TO N% : B(I%) = B(I%) – A(I%,K%)*B(K%) : NEXT K%
1140 B(I%) = B(I%) / A (I%,I%)
1150 NEXT I%
1160 RETURN
```

Зауваження. Якщо користуватись інтерпретатором Qbasic, то виникає декілька незручностей для модулювання ком'пютерної оболонки вирішення задач матеріального балансу. Поперше, як видно з лістінгу 2.3, за допомогою Qbasic не можливо створення універсальної програми, тобто кожну окрему задачу матеріального балансу треба створювати заново, а потім компілювати. Язик мовлення Qbasic не підтримує належним чином створення таких типів даних, як запис або структура, що не дозволяє програмі матеріального балансу розширюватись належним чином як для включення вирішення допоміжних параметрів матеріального балансу (наприклад вирішення питання домішок у виробничій схемі), так і для доречній реалізації цього методу матеріального балансу у реальному виробництві (з наданням операціям та діям реальної сутності).

Тому для вибору мови програмування ми можемо зупинитись на таких як: Object Pascal, C++, Java.

Але треба обговорити у середовище програмування. Як відомо метод Гаусса має один недолік, який повністю себе проявляє у розрідженних матрицях, а саме ділення на нуль. Тому якщо створювати программу за допомогою старих мов програмування, орієнтованих на Dos-системи, то питання вирішення системи лінійних алгебраїчних рівнянь займе велику кількість часу. Тому необхідно створення інтерфейсноі частини, яка дозволить користувачеві вирішити систему лінійних рівнянь методом Гаусса як можна зручніше та доречніше. Тому оптимальним є написання цієї програми у 32-розрядному середовищі (наприклад середовище Windows). Такі мови як Delphi, Visual C++, Visual Basic дозволяють це зробити.

2.4 Лістинг процедури метода Гаусса на мові Object Pascal

```
procedure Tfmain.N8Click(Sender: TObject);
var i,j,k:byte;tmp:extended;
begin
  for i:=1 to GCount.Value do
```

```
  begin
    if a[i,i]<>0 then
      begin
        tmp:=a[i,i];
        for j:=1 to GCount.Value+1 do a[i,j]:=a[i,j]/tmp;
        for j:=i+1 to GCount.Value do
          begin
            tmp:=-a[j,i]/a[i,i];
            for k:=1 to GCount.Value+1 do
              a[j,k]:=a[j,k]+a[i,k]*tmp;
          end;
      end
              else begin
                    ShowMessage('Деление на ноль');
                   end;
  end;

for i:=1 to GCount.Value+1 do for j:=1 to GCount.Value+2 do
   StringGrid1.Cells[j-1,i]:=FormatFloat('0.00',a[i,j]);

end;
procedure Tfmain.N9Click(Sender: TObject);
var i,j,i1,j1,k:byte;tmp:extended;
begin
  for i:=GCount.Value downto 1 do
    begin
      if a[i,i]<>0 then
        begin
          for j:=i-1 downto 1 do
            begin
```

```
            tmp:=-a[j,i]/a[i,i];
            for k:=1 to GCount.Value+1 do
              a[j,k]:=a[j,k]+a[i,k]*tmp;
        for i1:=1 to GCount.Value+1 do for j1:=1 to GCount.Value+2 do
          StringGrid1.Cells[j1-1,i1]:=FormatFloat('0.00',a[i1,j1]);


            end;
          end
                  else begin
                       ShowMessage('Деление на ноль');
                      end;
          end;

        for i:=1 to GCount.Value+1 do for j:=1 to GCount.Value+2 do
          StringGrid1.Cells[j-1,i]:=FormatFloat('0.00',a[i,j]);
        end;
```

Окремо треба відобразити перемінні, які теж відображаються на мові Object Pascal.

```
type
TOperation=record
 name:string;
 end;
TGood=record
 name: string;
 value,X,E:extended;
 head:byte;
 tale:byte;
 end;
 VOperation=array[1..100]of TOperation;
```

```
  VGood=array[1..100]of TGood;
  mas=array[1..100,1..100]of Extended;
  vec=array[1..100]of Extended;
var
  Goods:VGood;
  dop:byte;
  dopvalue:extended;
  A,ACopy:mas;X,N,E:vec;
```

Завдання. Якщо студентом складена программа не у Windows середовищі (Borland Delphi, Visual C,Visual Basic наприклад) то треба відобразити програму повністю.

2.5 Порядок роботи із програмою

Завдання. У цьому розділі необхідно відобразити взаємодію користувача з програмою, за допомогою якої вирішується система алгебраїчних рівнянь. Якщо программу сворено з діалоговим інтерфесом у Windows середовищи, то студент повинен описати цей діалоговий інтерфейс

Наприклад для Qbasic:

Програма розрахунку складається із двох самостійних файлів:

GWBASIC.EXE - командний файл і

SIMQ - виконавчий файл.

Вхід у машину й виконавчий файл

Знаходимо директорію “SIMQ” – Enter

Відкривається екран ! Даємо команду клавішею F3 або друкуємо “LOAD

Викликаємо simq 23 або інший файл simq 43 - Enter

Ok

Команда F1 або “LIST (Робимо прокручування програми з набором не більше 23 рядків)

“LIST 100 -200 Enter

Відкривається підпрограма

105

…....

200

Необхідно зробити заміни в певних рядках (операторах)-дивитеся «Лістинг програму» і дисплей- кількість рівнянь - N”.

Увага! Після кожного зміненого параметра рядка команда Enter.

Оператори 105, 110, 120, 130, 200 B( ) = Q (продуктивність) - 1000.

Наступна команда F1

LIST 210 - 420 - (Це оператори уведення коефіцієнтів масиву A, наприклад A(1,1) = -1 і т.д. У цьому випадку проводимо виправлення в кожному рядку (оператор 210...). Якщо необхідні доповнення , то їх вносимо уведенням додаткових операторів 430 .... Якщо залишаються трохи операторів зайвими, те їх забирають після команди Enter, командою Delete- наприклад, Delete 350-420 Enter.

Наступна команда прокручування - F1:

LIST 660 - 800:

Виправлення в операторі 750:

750 FOR I=1 To (N) Enter

Наступна команда прокручування:

F1 : List 1000- 1160 Enter

Наступна команда «Зберегти»: F4: “SAVE і дати свою назву, наприклад, SIMQ 8, Enter

Наступна команда F2: RUN

На екрані з'являється розрахунок у т (кг, г) продуктивності кожного продукту.

Команда F4: “Save

Опис діалогового інтерфейсу програми у 32- разрідному середовищі Windows.

Основний діалоговий інтерфейс зображен на рис 2.

З лівої сторони вікна розташовані вхідні дані завдання, де користувач повинен завдати кількість операцій матеріального балансу, назву цих операцій (за замовчуванням Операція *i*). Нижче розташована система введення даних про дії матеріального балансу (X_i): кількість дій, їхня назва (наприклад наклеп, окалення, відпал і т.д.), місце розташування у схемі матеріального баласну, та частка яку бере на себе кожна дія (значення X_i). Нижче цього вводиться значення кінцевої дії. Після редагування кожного из наведених параметрів необхідно підтвердити ці зміни за допомогою кнопок з зеленимим галочками.

Праворуч у верхньому куті розташован список системи лінійних рівнянь, яку программа будує автоматично. Нижче побудована матриця, яка аналогічна наведеній у таблиці 2.1.

З меню файл можливо записати або відкрити раніше записаний файл, де зберігаються вхідні дані розрахунку за допомогою стандартний діалогів запису/відкриття документів.

У меню Дія необхідно послідовно кионання наступних операцій:

1. Побудувати СЛАУ – программа автоматично будує за вхідними даними систему алгебраїчних рівнянь.

2. Привести матрицю до треугольного виду.

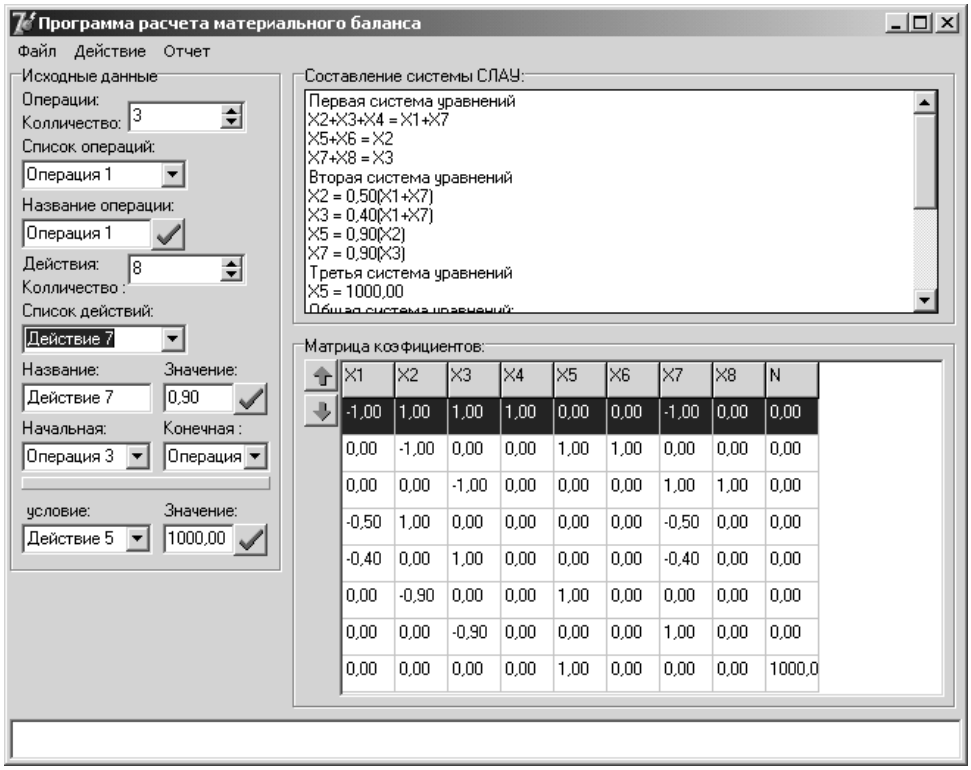


Рис 2. Основне діалогове вікно програми

3. Привести матрицю до діагонального виду.

4. Знайти наскрізні добування.

Необхідно зауважити що обходження помилки ділення на нуль можливо за допомогою двох кнопок-стрілок, що знаходяться біля матриці коефіцієнтів, і можуть переставляти виділений рядок вижче або нижче.

Вихід з програми - за допомогою стандартного виходу у Windows.

2.6 Результати розрахунку і їхній аналіз

У прикладі:

X1 = 1422,222

X2 = 1111,111

X3 = 888,889

X4 = 222,222

X5 = 1000

X6 = 111,1111

E1= 100

E2= 78,125

E3= 62,5

E4= 15,625

E5= 70,3125

E6= 7,8125

X7 = 800 E7= 56,25

X8 = 88,889 E8= 6,25

Enter

Виводиться рахунок коефіцієнтів добування (Е):

На технологічній схемі наносяться дані кількості одержуваних продуктів і добування у вихідні продукти.

Допускається на технологічній схемі зробити «округлення» результатів до другого знака після коми.

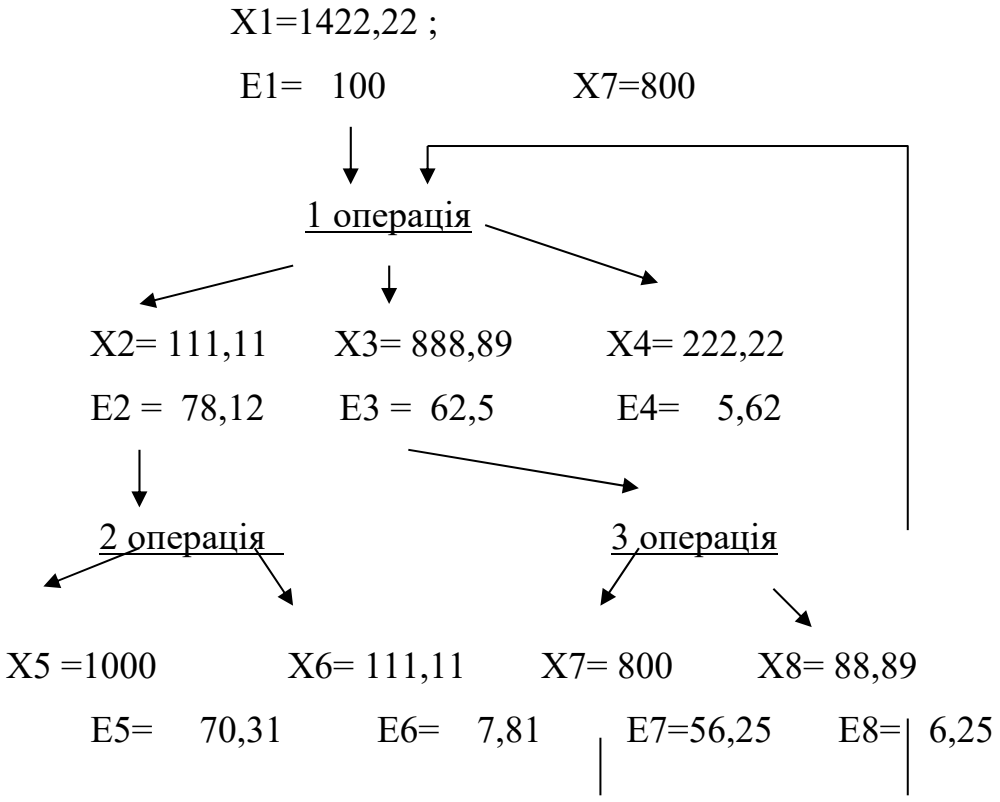


Рис 3. Схематичне відображення матеріального балансу з вирішеними коефіцієнтами

Завдання. Необхідно побудувати гістограму наскрізних добувань за допомогою впровадження об’єкту «Лист Microsoft Excel», та самостійно пояснити схему впровадження.

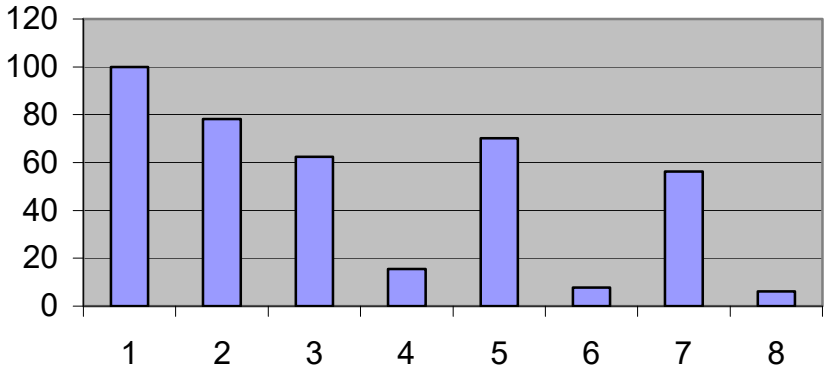


Рис 4. Гістограма наскрізних добувань

Таким чином, для виробництва 1000 т продукції необхідно поставляти 1422, 22 т сировини, при наскрізному добуванні Е5=70.31 %.

Джерелами втрат є продукти Х4 =5,62%; Е6=7,81%; Е8=6,25%; при загальних втратах 422,22 т.

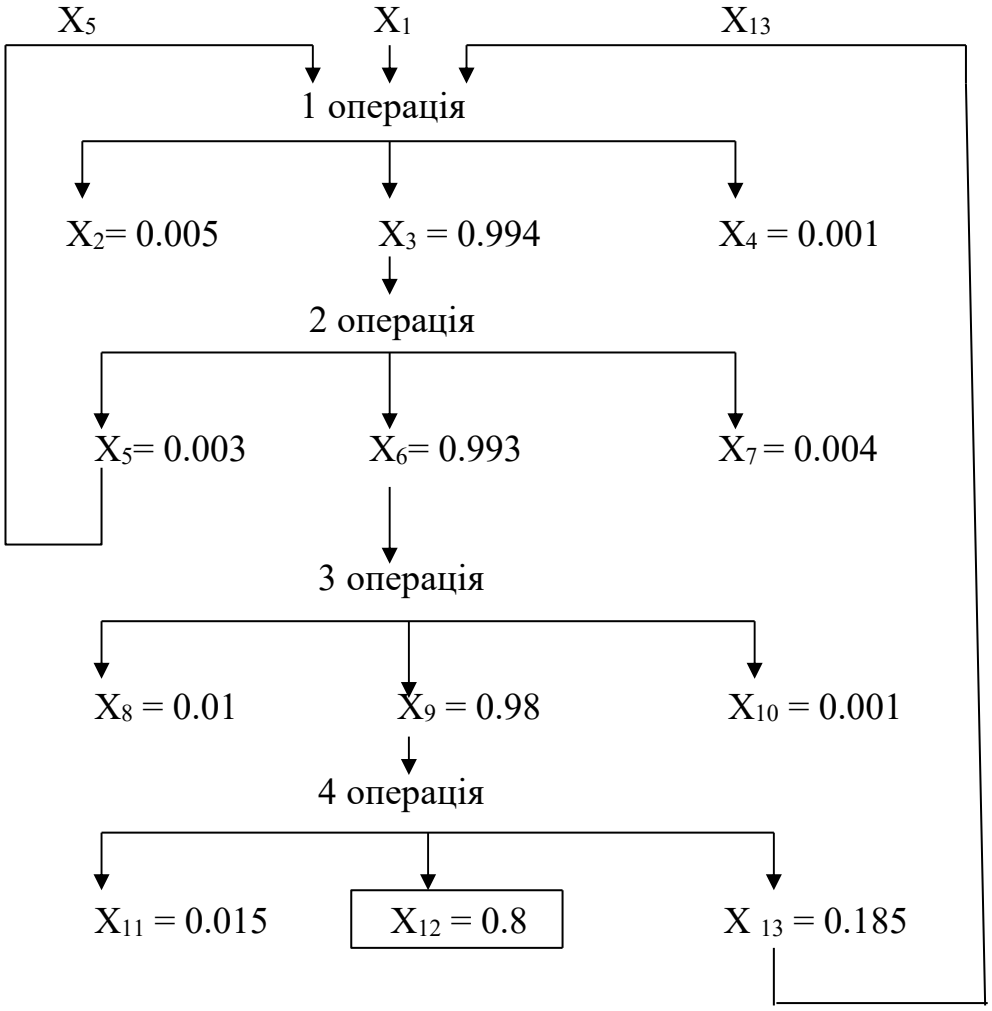
2.7 Висновки

Для зниження втрат матеріалу необхідно провести комплекс досліджень по їхньому зниженню.

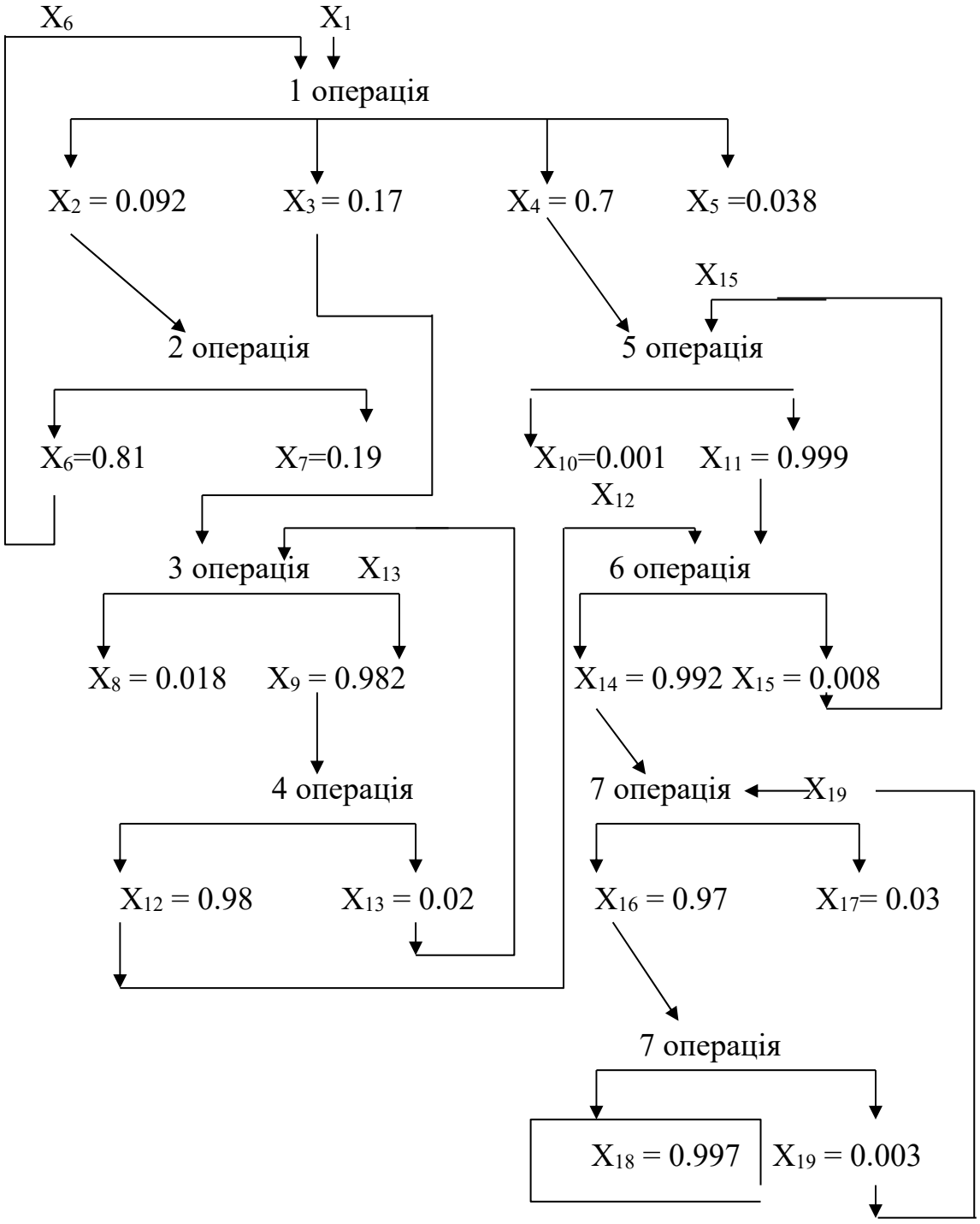
Які на Ваш погляд необхідні заходи щодо зниження цих втрат.

3. ВАРІАНТИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ

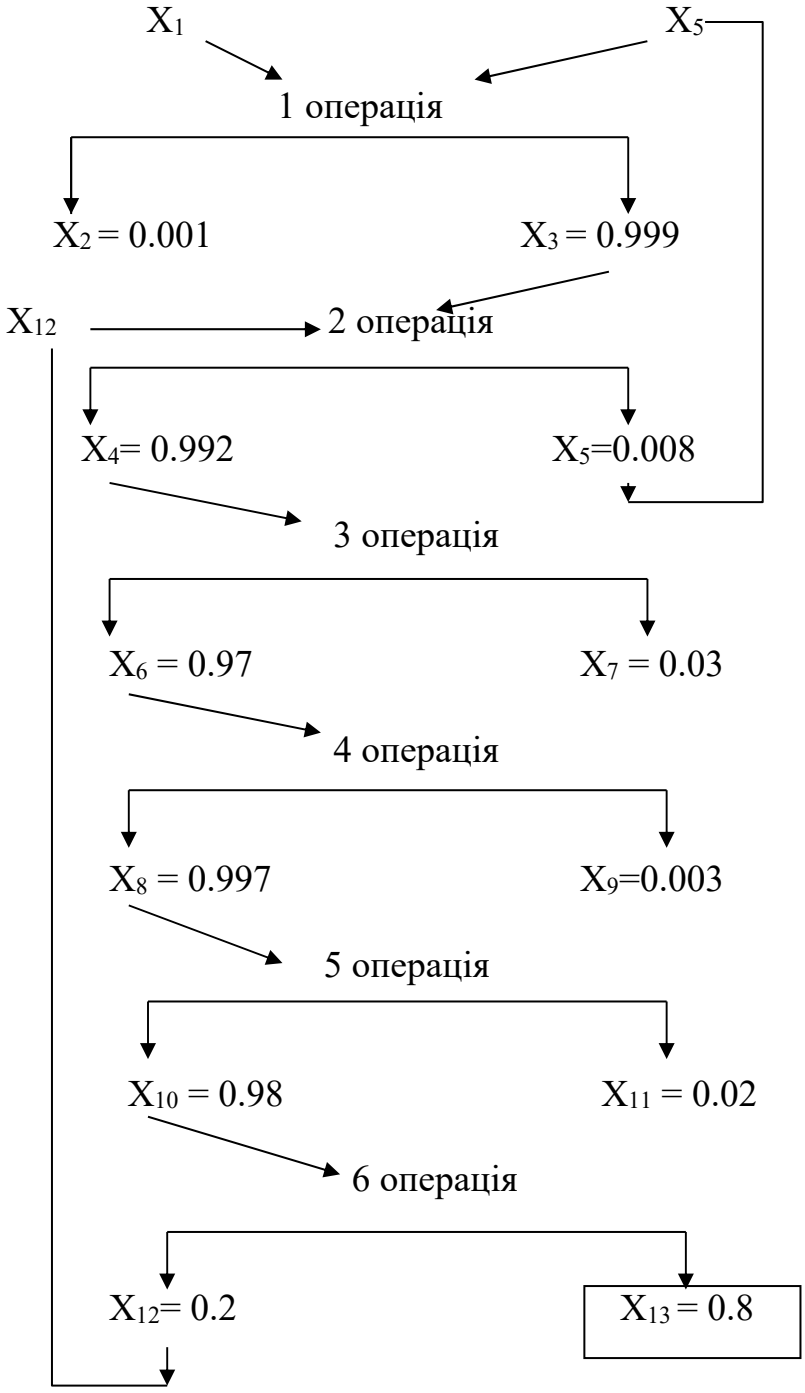
Варіант 1



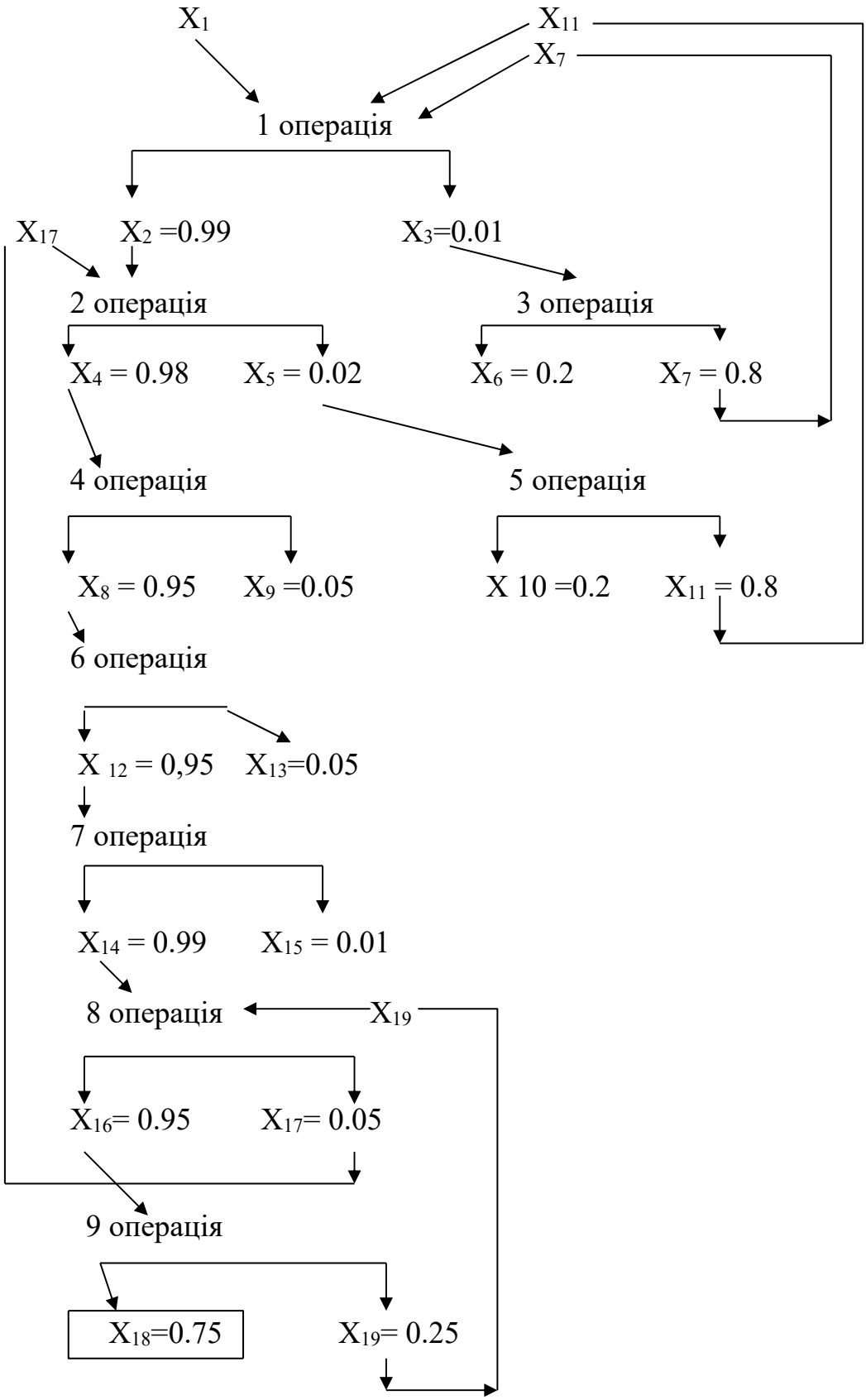
Варіант 2


X6
X1
1 операція
X2 = 0.092
X3 = 0.17
X4 = 0.7
X5 =0.038
X15
2 операція
5 операція
X6=0.81
X7=0.19
X10=0.001
X11 = 0.999
X12
3 операція
X13
6 операція
X8 = 0.018
X9 = 0.982
X14 = 0.992
X15 = 0.008
4 операція
7 операція
X19
X12 = 0.98
X13 = 0.02
X16 = 0.97
X17= 0.03
7 операція
X18 = 0.997
X19 = 0.003

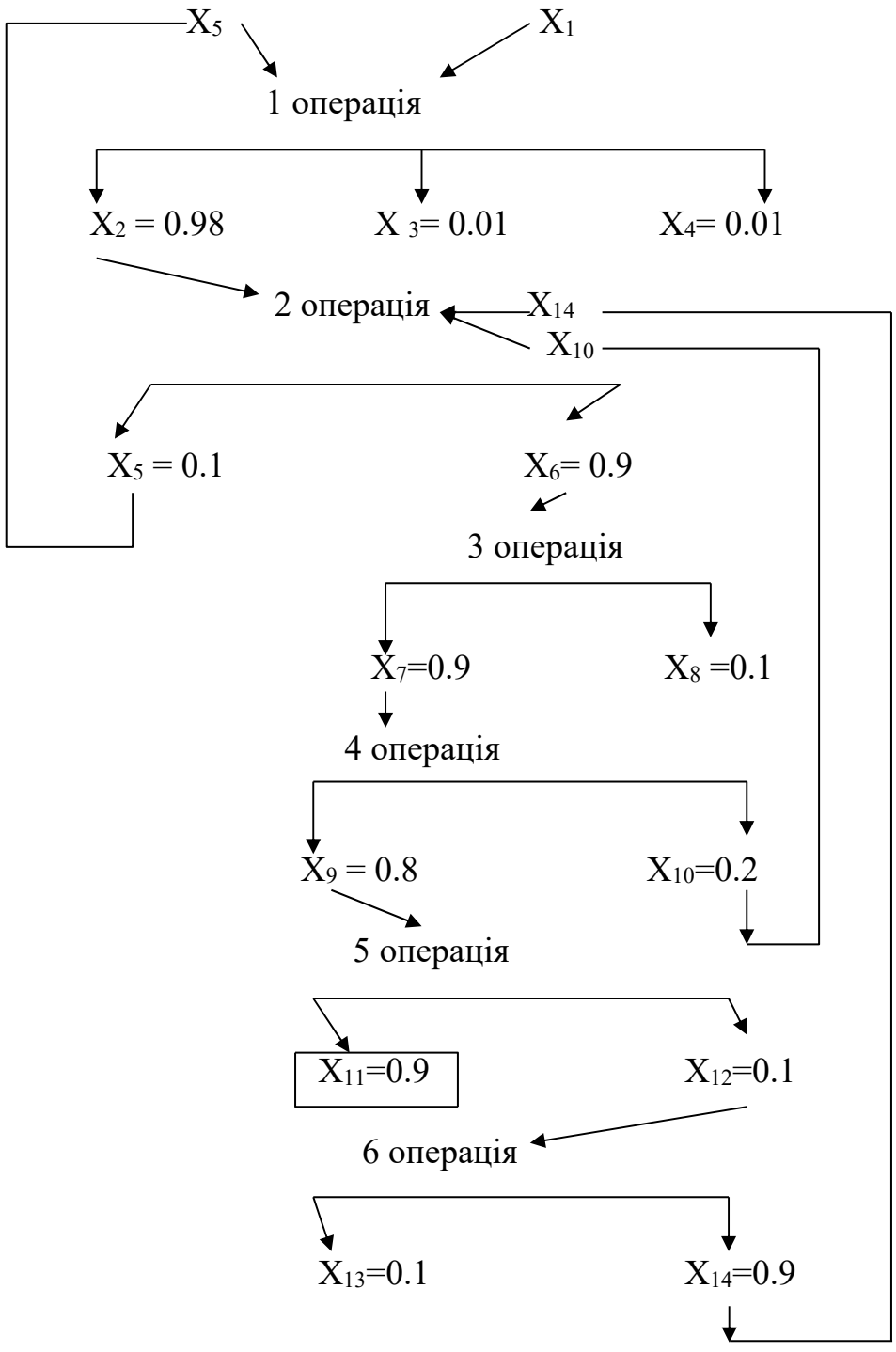
Варіант 3


X1
X5
1 операція
X2 = 0.001
X3 = 0.999
X12
2 операція
X4= 0.992
X5=0.008
3 операція
X6 = 0.97
X7 = 0.03
4 операція
X8 = 0.997
X9=0.003
5 операція
X10 = 0.98
X11 = 0.02
6 операція
X12= 0.2
X13 = 0.8

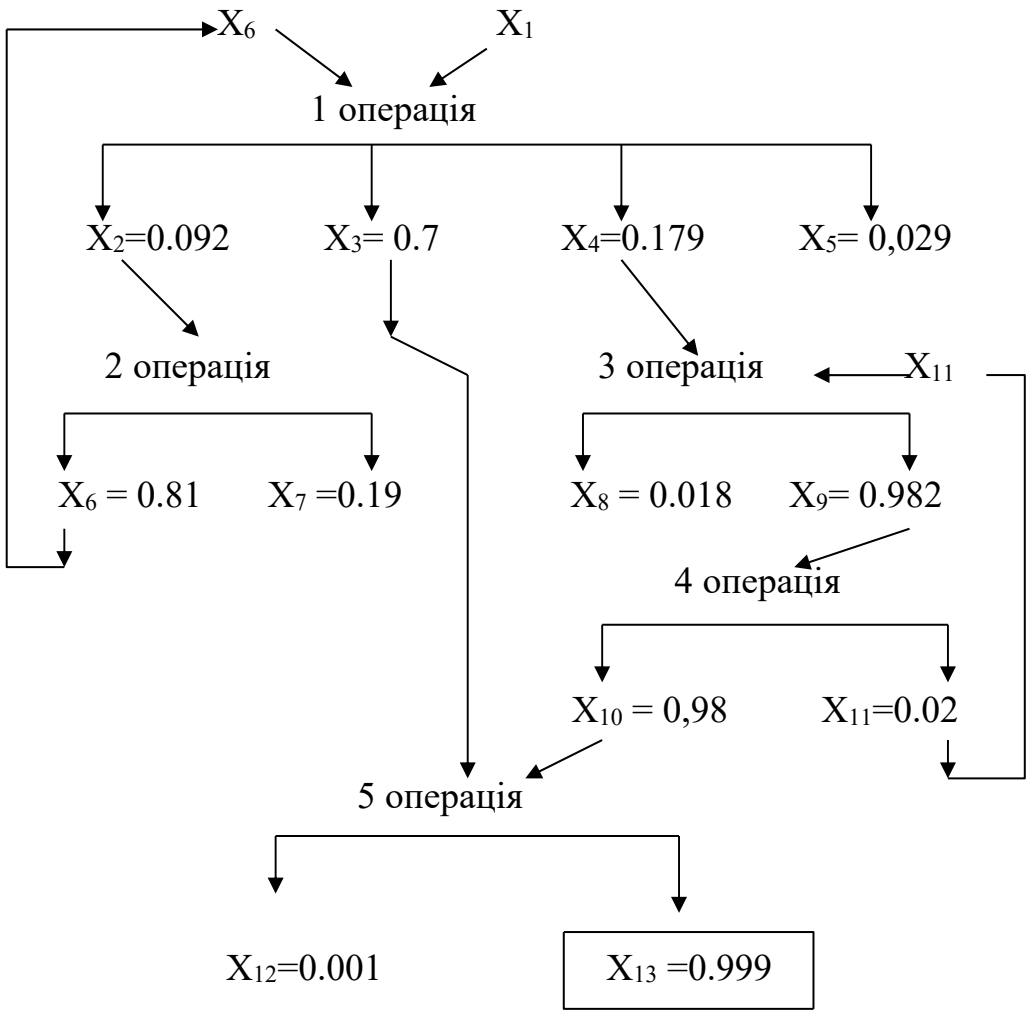
Варіант 4


X1
X11
X7
1 операція
X17
X2 =0.99
X3=0.01
2 операція
3 операція
X4 = 0.98
X5 = 0.02
X6 = 0.2
X7 = 0.8
4 операція
5 операція
X8 = 0.95
X9 =0.05
X 10 =0.2
X11 = 0.8
6 операція
X 12 = 0,95
X13=0.05
7 операція
X14 = 0.99
X15 = 0.01
8 операція
X19
X16= 0.95
X17= 0.05
9 операція
X18=0.75
X19= 0.25

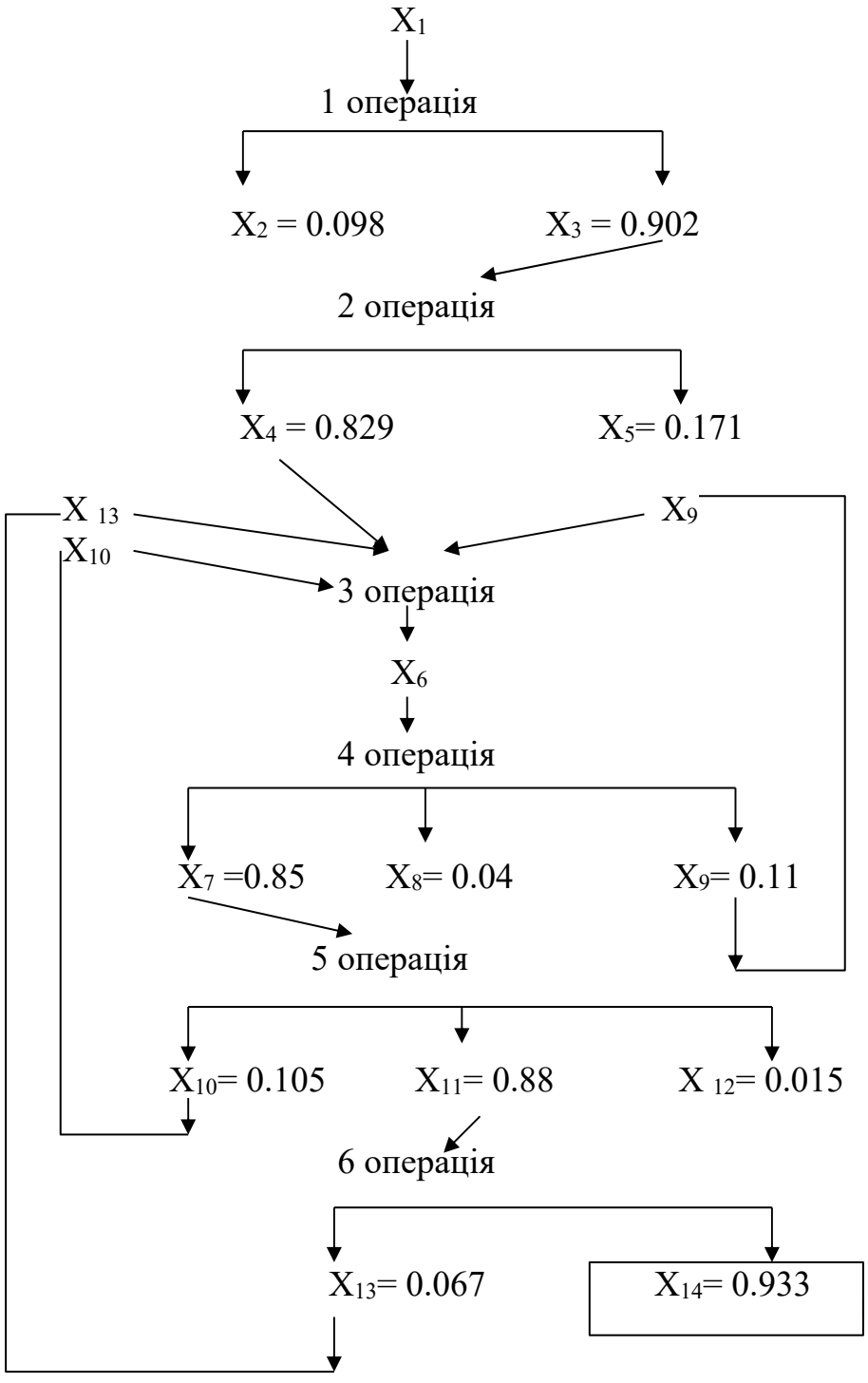
Варіант 5


X5
X1
1 операція
X2 = 0.98
X 3= 0.01
X4= 0.01
2 операція
X14
X10
X5 = 0.1
X6= 0.9
3 операція
X7=0.9
X8 =0.1
4 операція
X9 = 0.8
X10=0.2
5 операція
X11=0.9
X12=0.1
6 операція
X13=0.1
X14=0.9

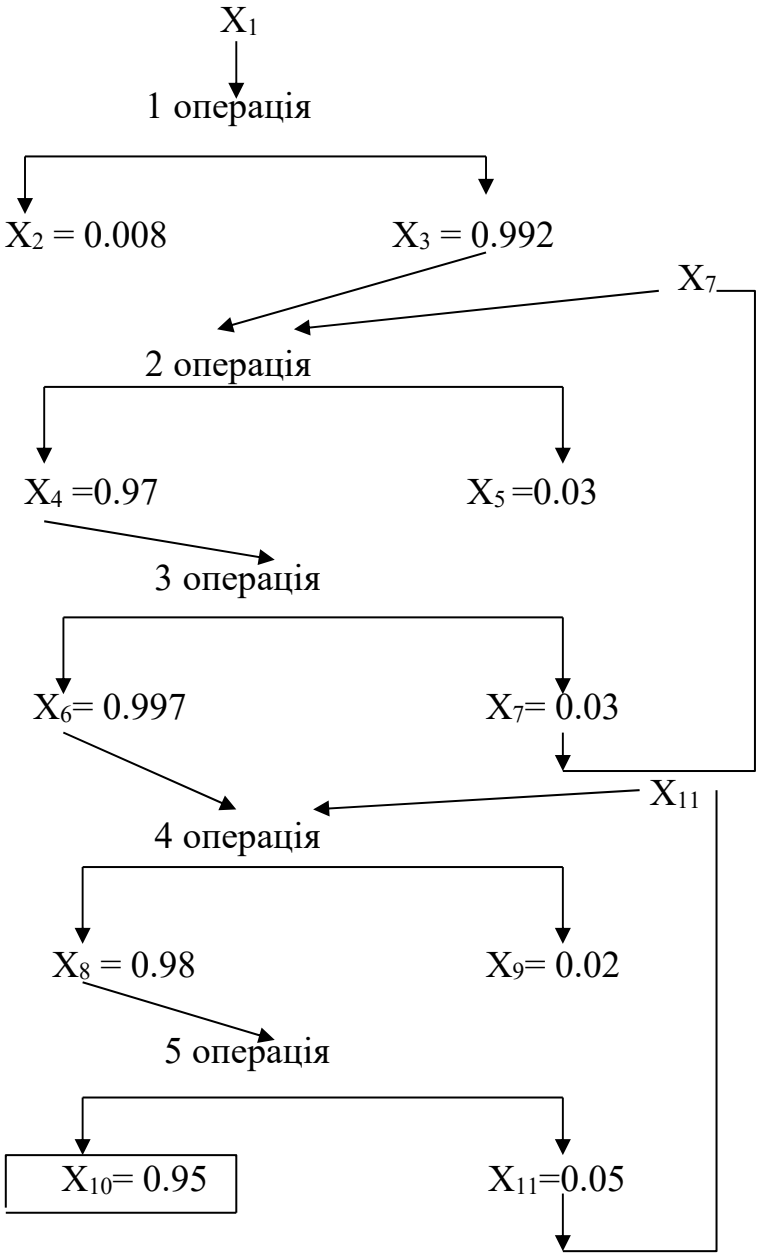
Варіант 6


X6
X1
1 операція
X2=0.092
X3= 0.7
X4=0.179
X5= 0,029
2 операція
3 операція
X11
X6 = 0.81
X7 =0.19
X8 = 0.018
X9= 0.982
4 операція
X10 = 0,98
X11=0.02
5 операція
X12=0.001
X13 =0.999

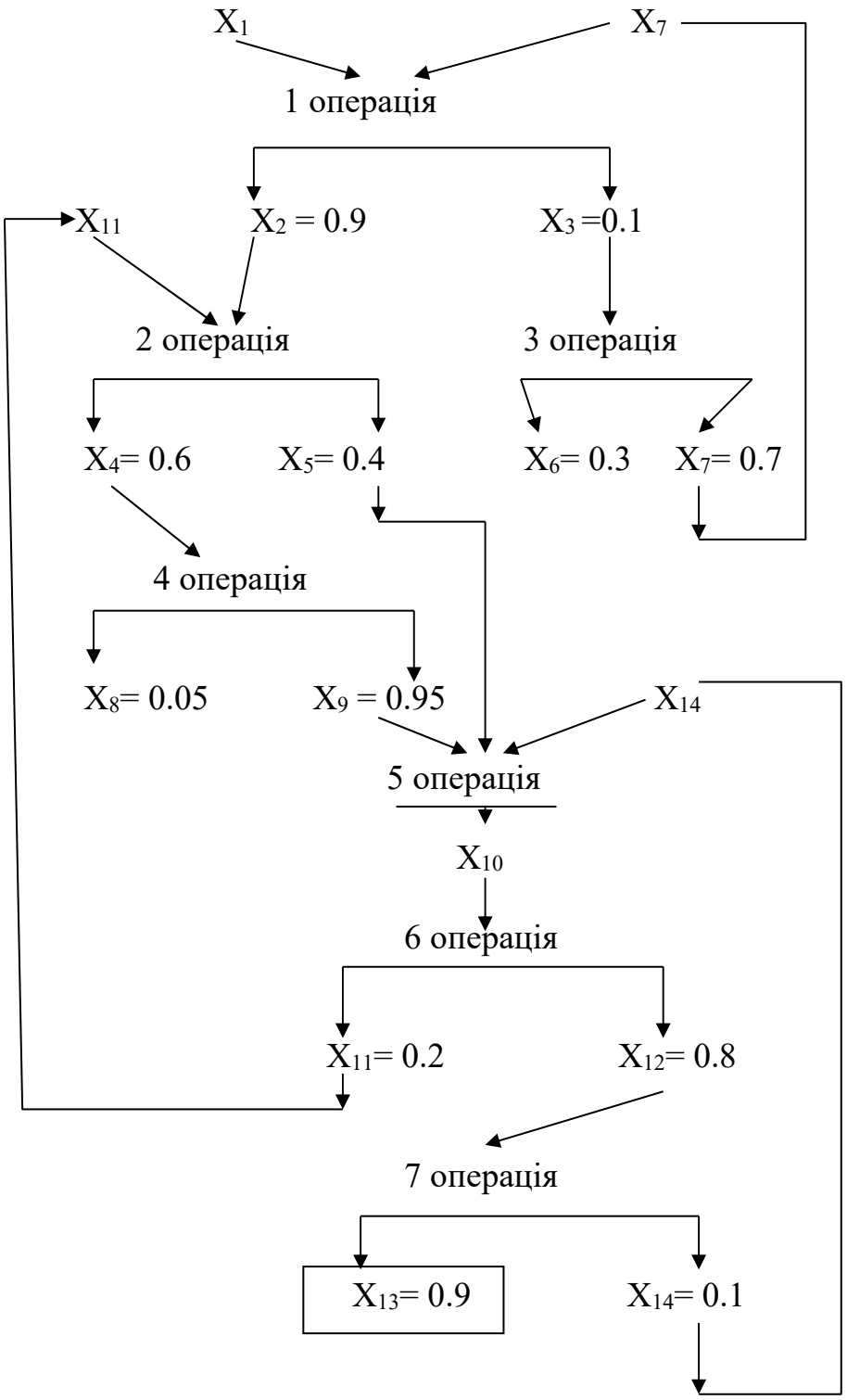
Варіант 7


X1
1 операція
X2 = 0.098
X3 = 0.902
2 операція
X4 = 0.829
X5= 0.171
X 13
X10
X9
3 операція
X6
4 операція
X7 =0.85
X8= 0.04
X9= 0.11
5 операція
X10= 0.105
X11= 0.88
X 12= 0.015
6 операція
X13= 0.067
X14= 0.933

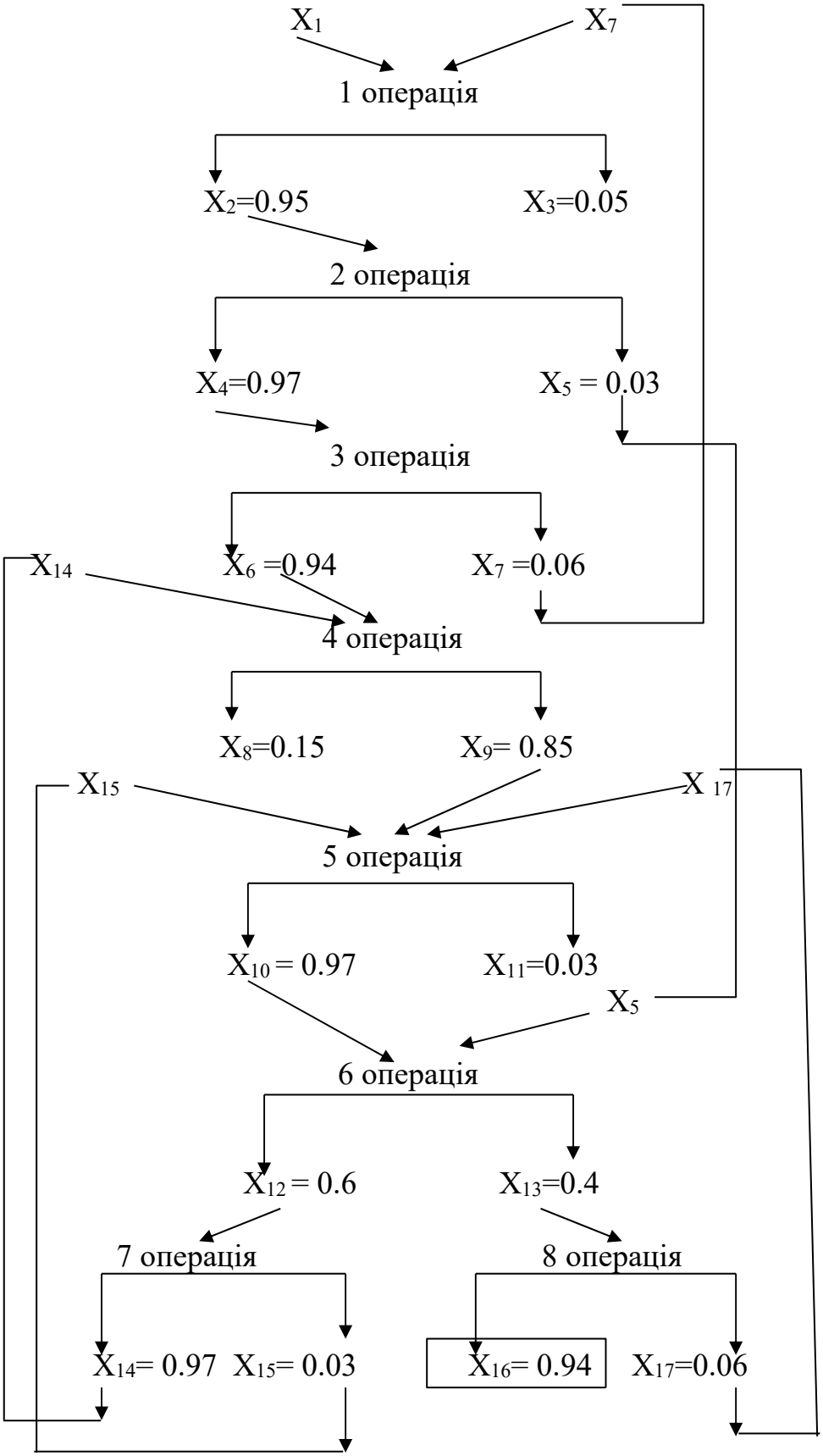
Варіант 8


X1
1 операція
X2 = 0.008
X3 = 0.992
X7
2 операція
X4 =0.97
X5 =0.03
3 операція
X6= 0.997
X7= 0.03
X11
4 операція
X8 = 0.98
X9= 0.02
5 операція
X10= 0.95
X11=0.05

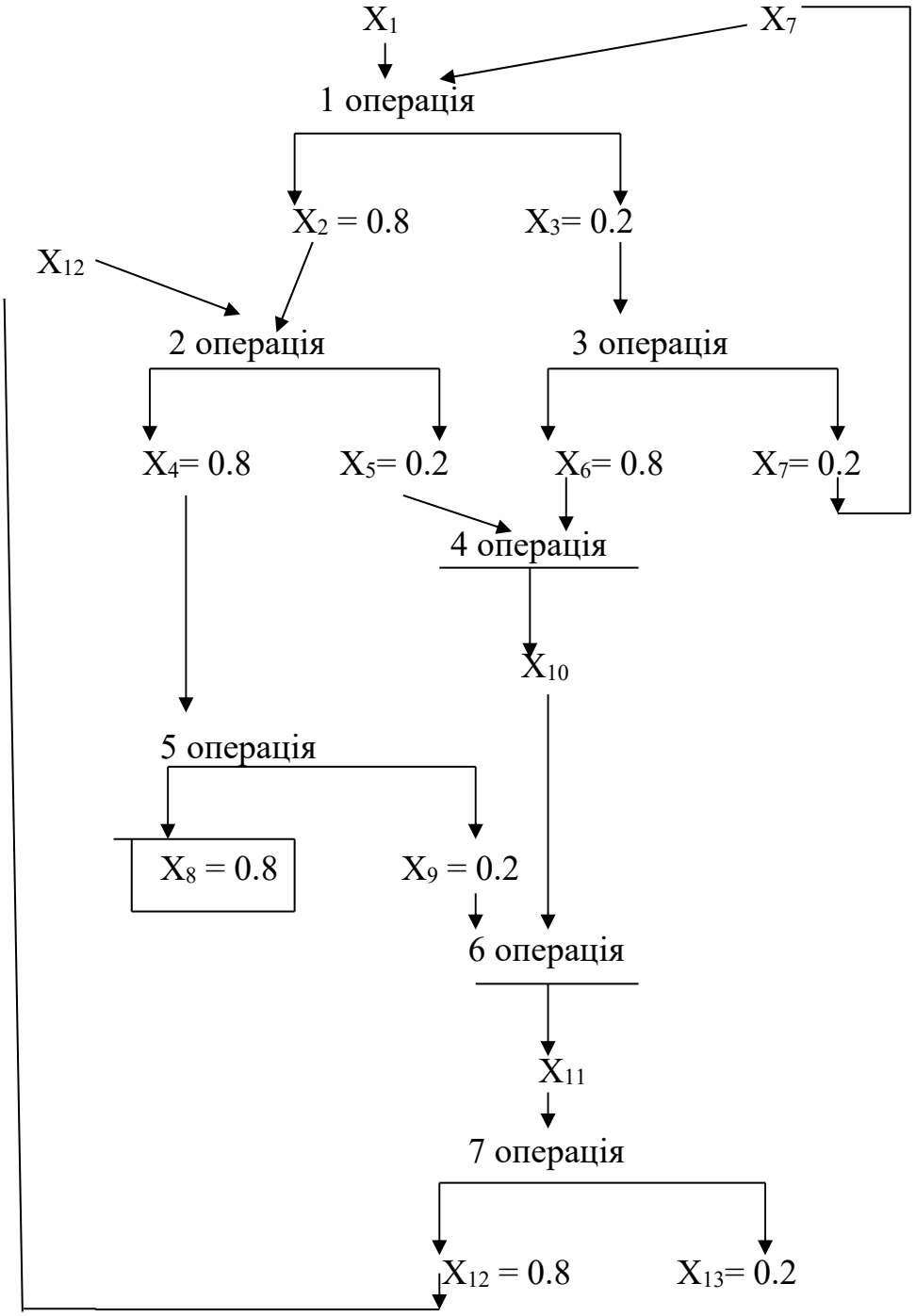
Варіант 9


X1
X7
1 операція
X11
X2 = 0.9
X3 =0.1
2 операція
3 операція
X4= 0.6
X5= 0.4
X6= 0.3
X7= 0.7
4 операція
X8= 0.05
X9 = 0.95
X14
5 операція
X10
6 операція
X11= 0.2
X12= 0.8
7 операція
X13= 0.9
X14= 0.1

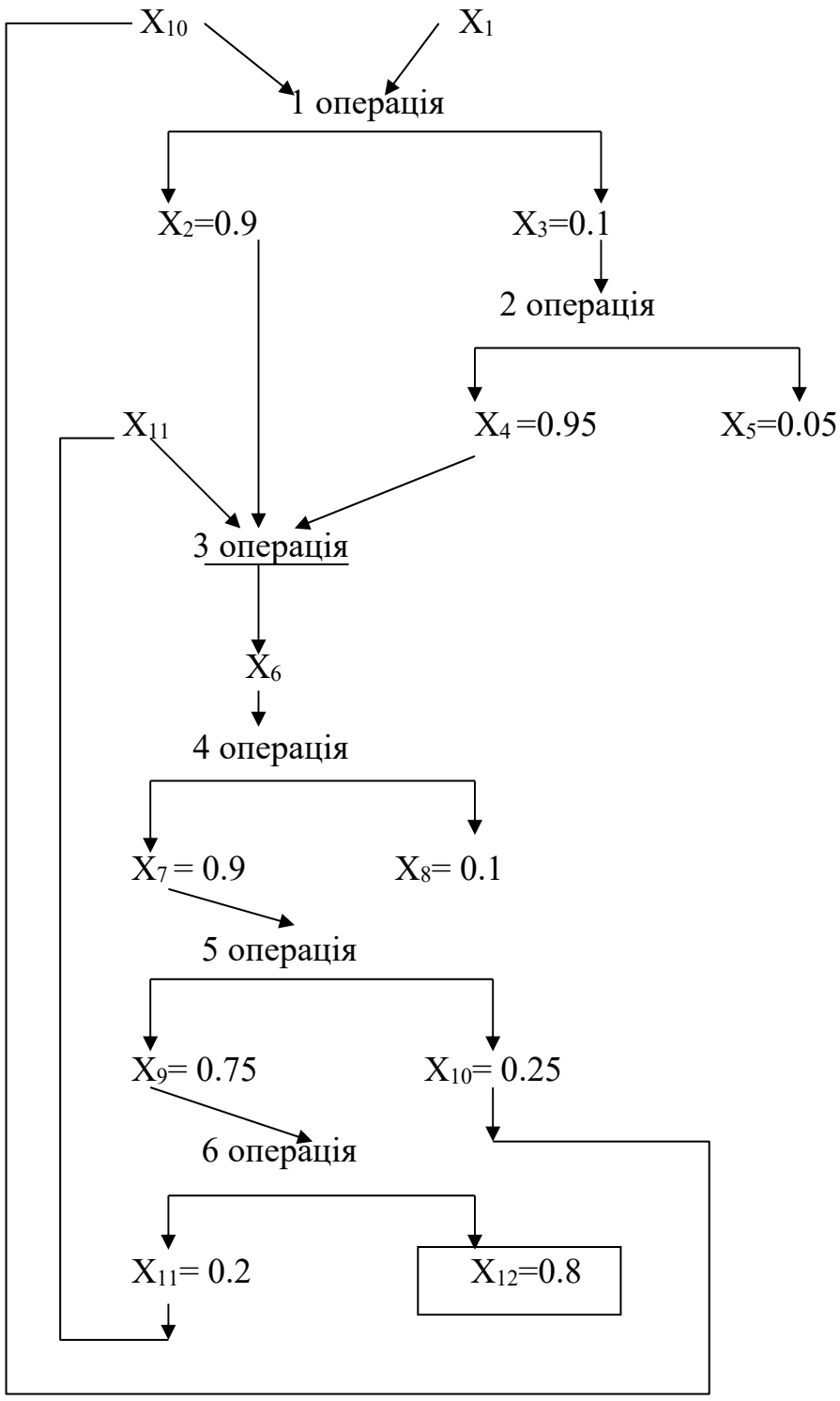
Варіант 10


X1
X7
1 операція
X2=0.95
X3=0.05
2 операція
X4=0.97
X5 = 0.03
3 операція
X6 =0.94
X7 =0.06
X14
4 операція
X8=0.15
X9= 0.85
X15
X 17
5 операція
X10 = 0.97
X11=0.03
X5
6 операція
X12 = 0.6
X13=0.4
7 операція
8 операція
X14= 0.97
X15= 0.03
X16= 0.94
X17=0.06

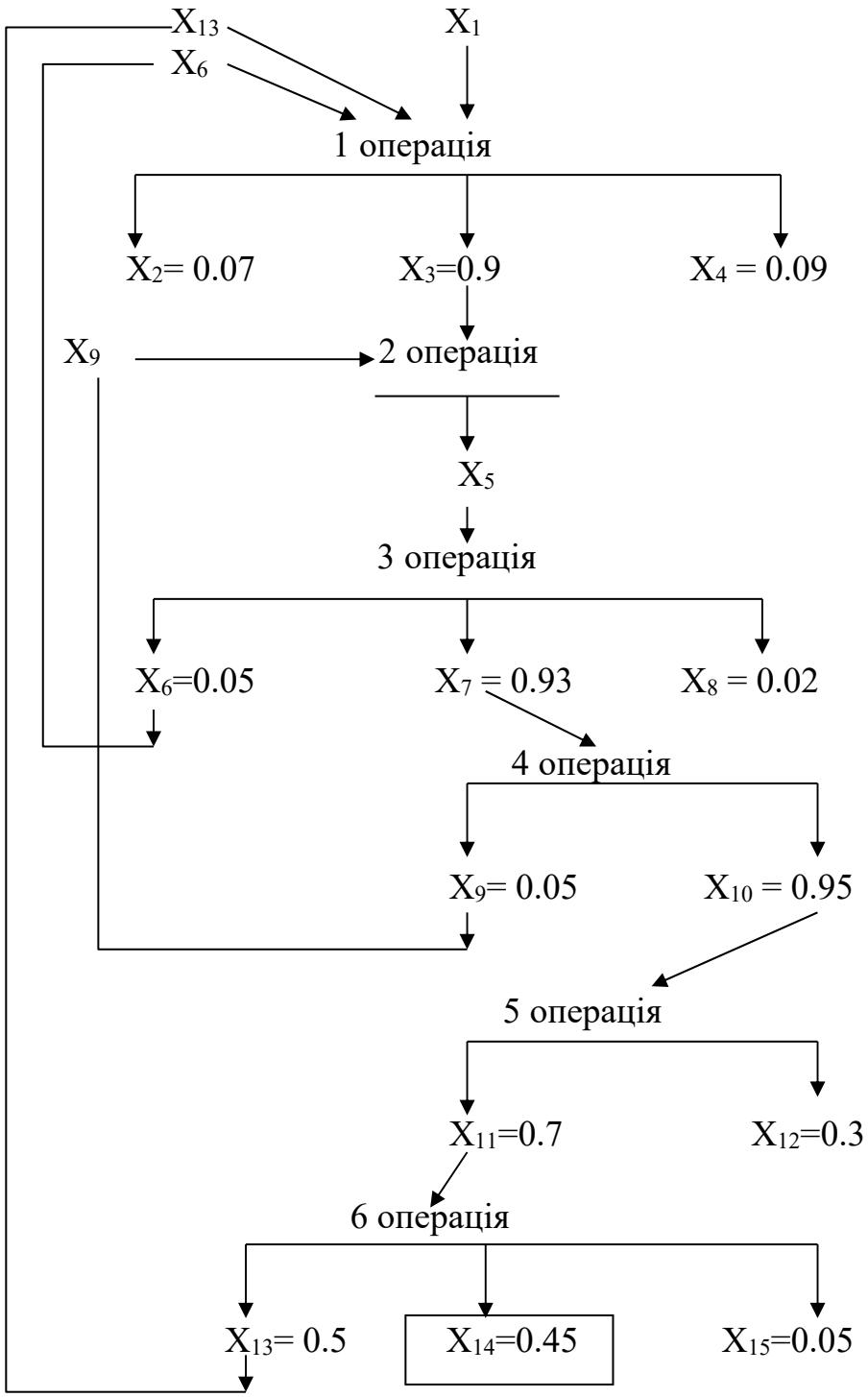
Варіант 11


X1
X7
1 операція
X2 = 0.8
X3= 0.2
X12
2 операція
3 операція
X4= 0.8
X5= 0.2
X6= 0.8
X7= 0.2
4 операція
X10
5 операція
X8 = 0.8
X9 = 0.2
6 операція
X11
7 операція
X12 = 0.8
X13= 0.2

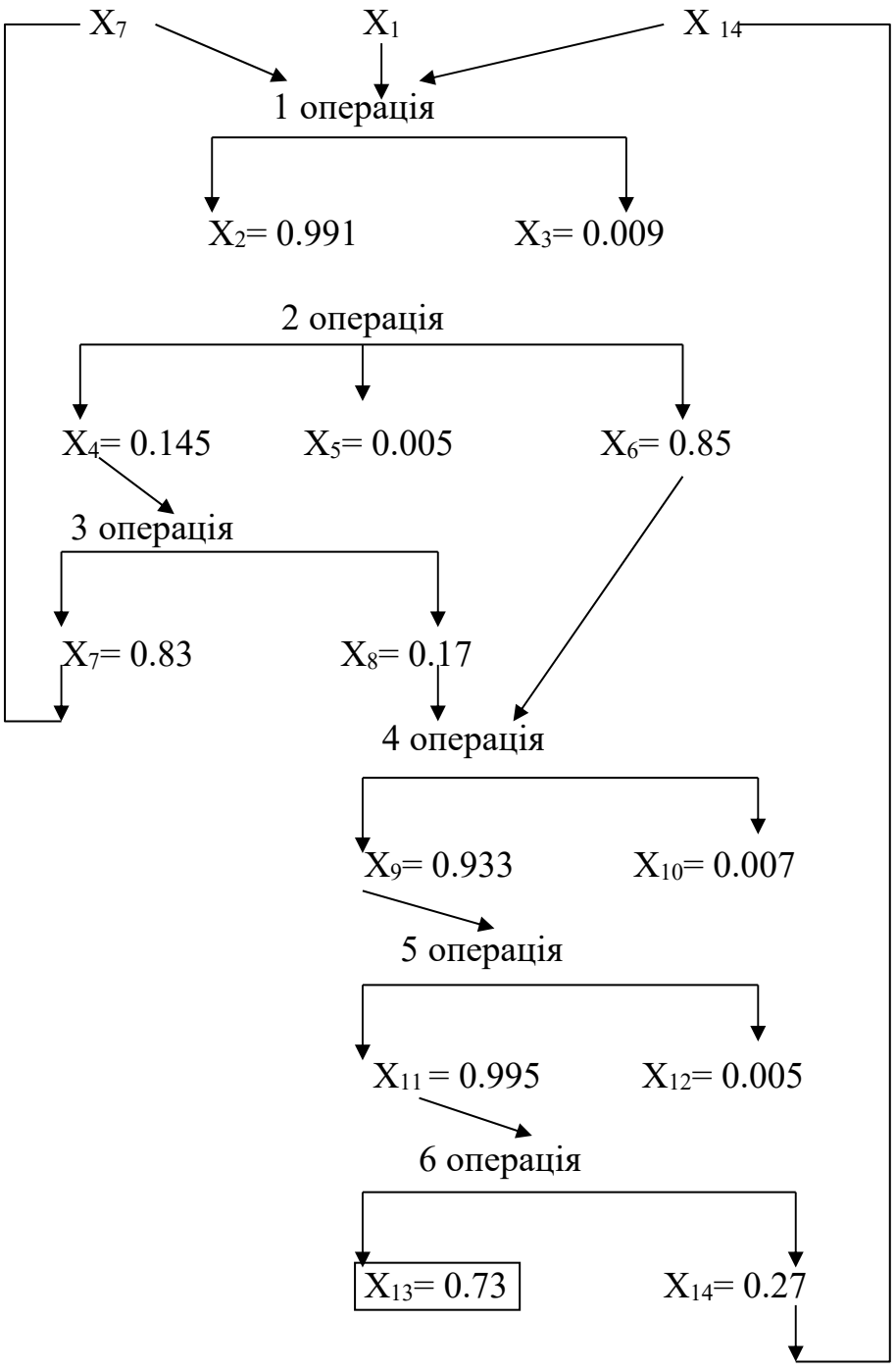
Варіант 12


X10
X1
1 операція
X2=0.9
X3=0.1
2 операція
X11
X4 =0.95
X5=0.05
3 операція
X6
4 операція
X7 = 0.9
X8= 0.1
5 операція
X9= 0.75
X10= 0.25
6 операція
X11= 0.2
X12=0.8

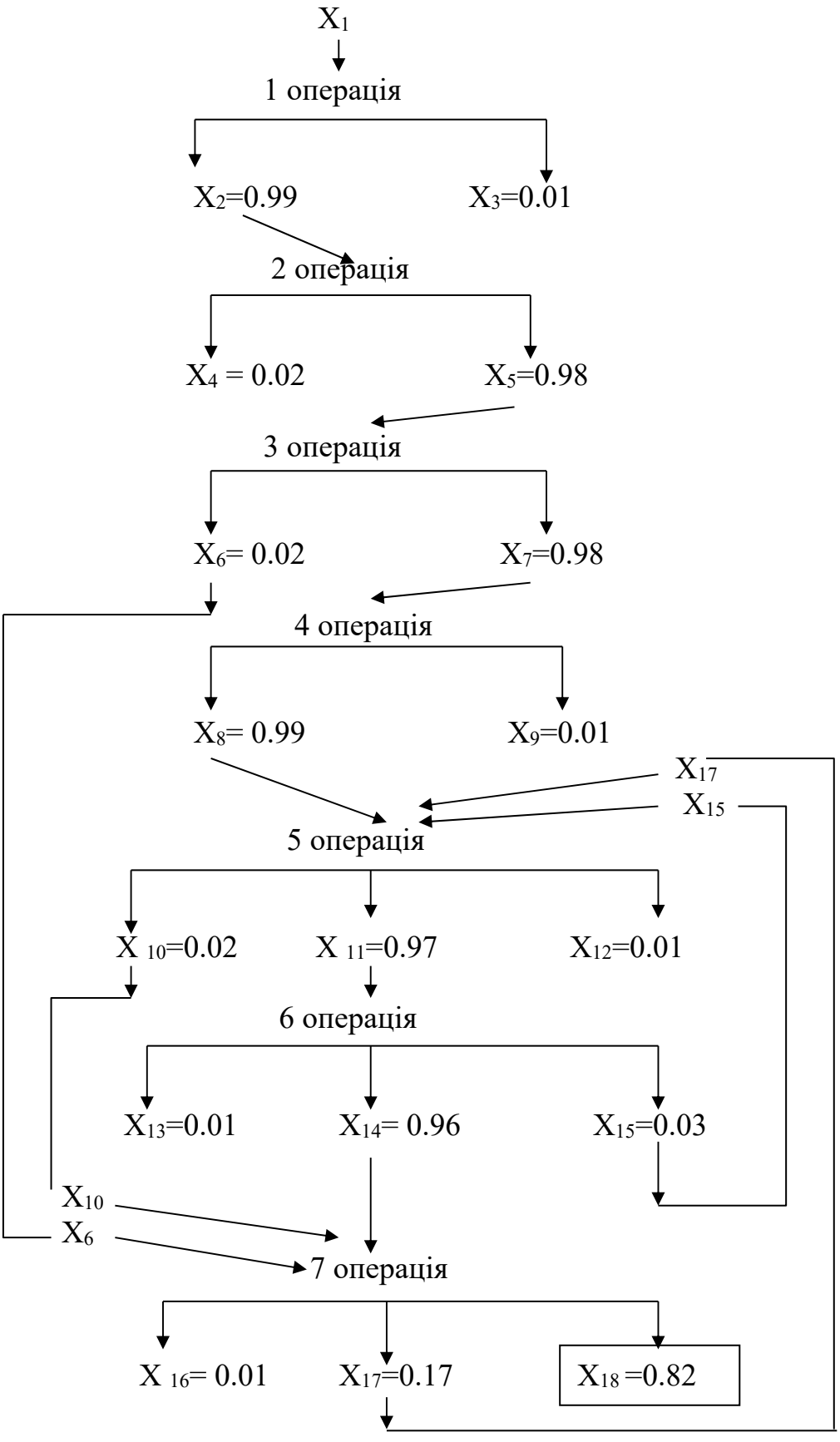
Варіант 13


X13
X1
X6
1 операція
X2= 0.07
X3=0.9
X4 = 0.09
X9
2 операція
X5
3 операція
X6=0.05
X7 = 0.93
X8 = 0.02
4 операція
X9= 0.05
X10 = 0.95
5 операція
X11=0.7
X12=0.3
6 операція
X13= 0.5
X14=0.45
X15=0.05

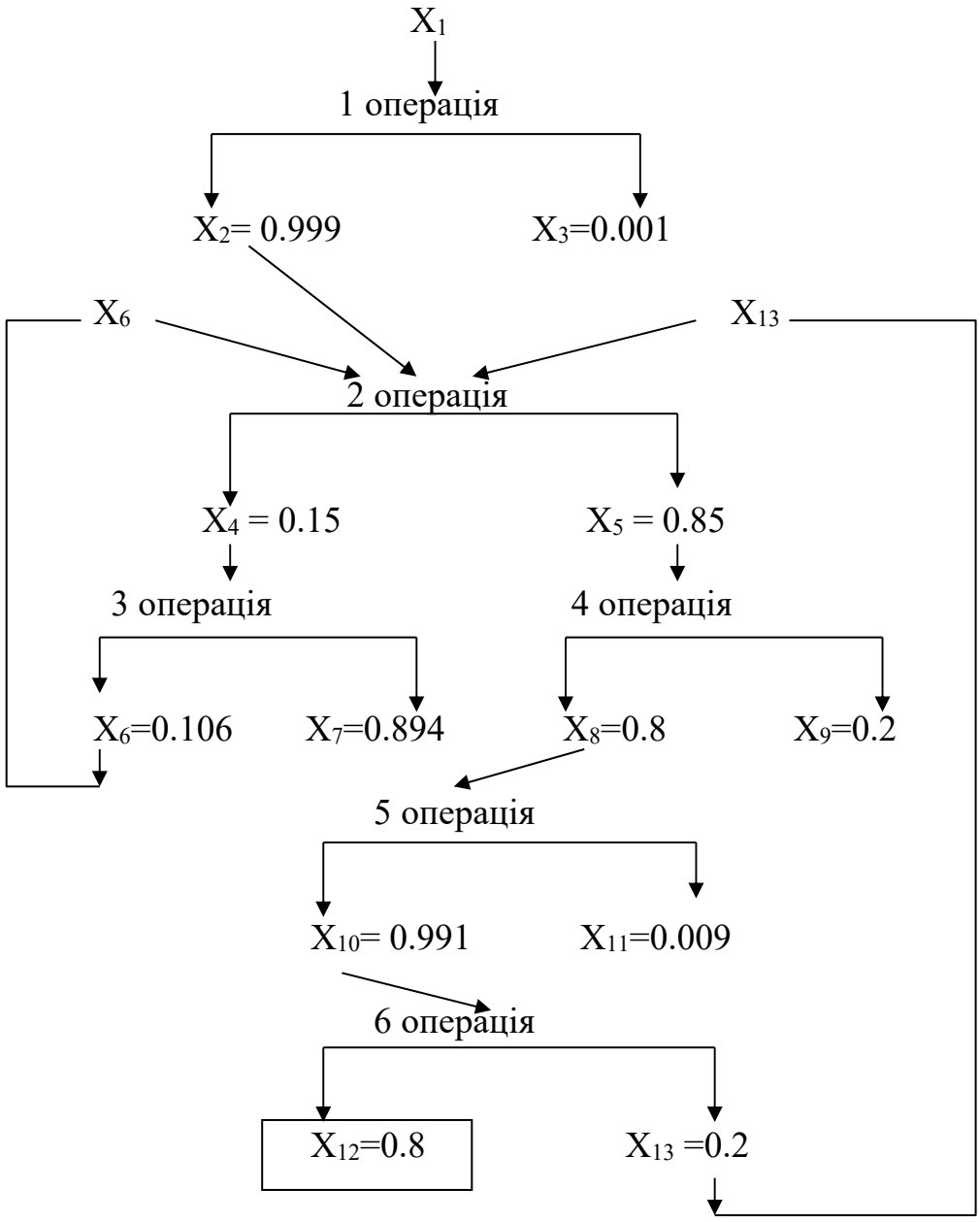
Задача 14


X7
X1
X 14
1 операція
X2= 0.991
X3= 0.009
2 операція
X4= 0.145
X5= 0.005
X6= 0.85
3 операція
X7= 0.83
X8= 0.17
4 операція
X9= 0.933
X10= 0.007
5 операція
X11 = 0.995
X12= 0.005
6 операція
X13= 0.73
X14= 0.27

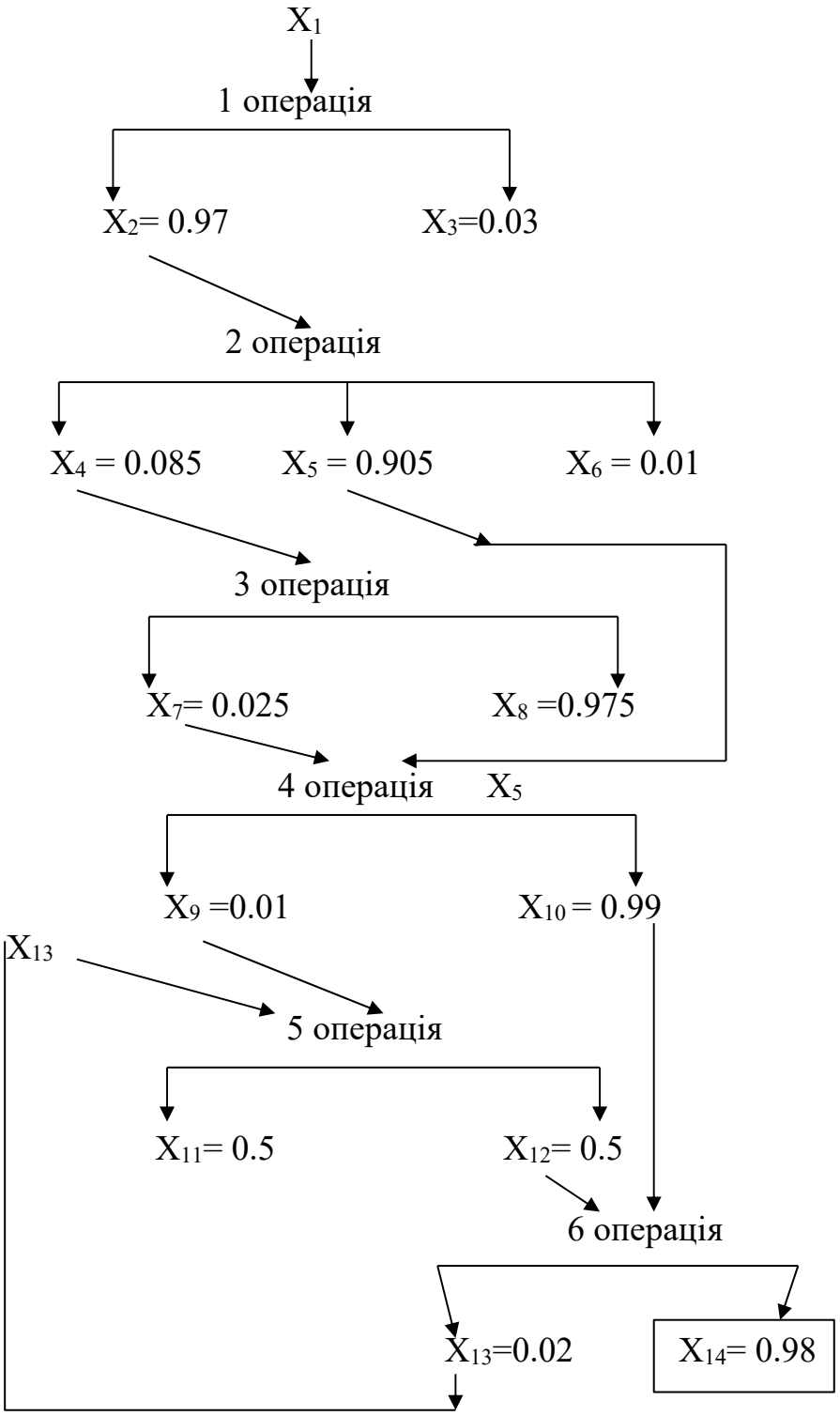
Задача 15


X1
1 операція
X2=0.99
X3=0.01
2 операція
X4 = 0.02
X5=0.98
3 операція
X6= 0.02
X7=0.98
4 операція
X8= 0.99
X9=0.01
X17
X15
5 операція
X 10=0.02
X 11=0.97
X12=0.01
6 операція
X13=0.01
X14= 0.96
X15=0.03
X10
X6
7 операція
X 16= 0.01
X17=0.17
X18 =0.82

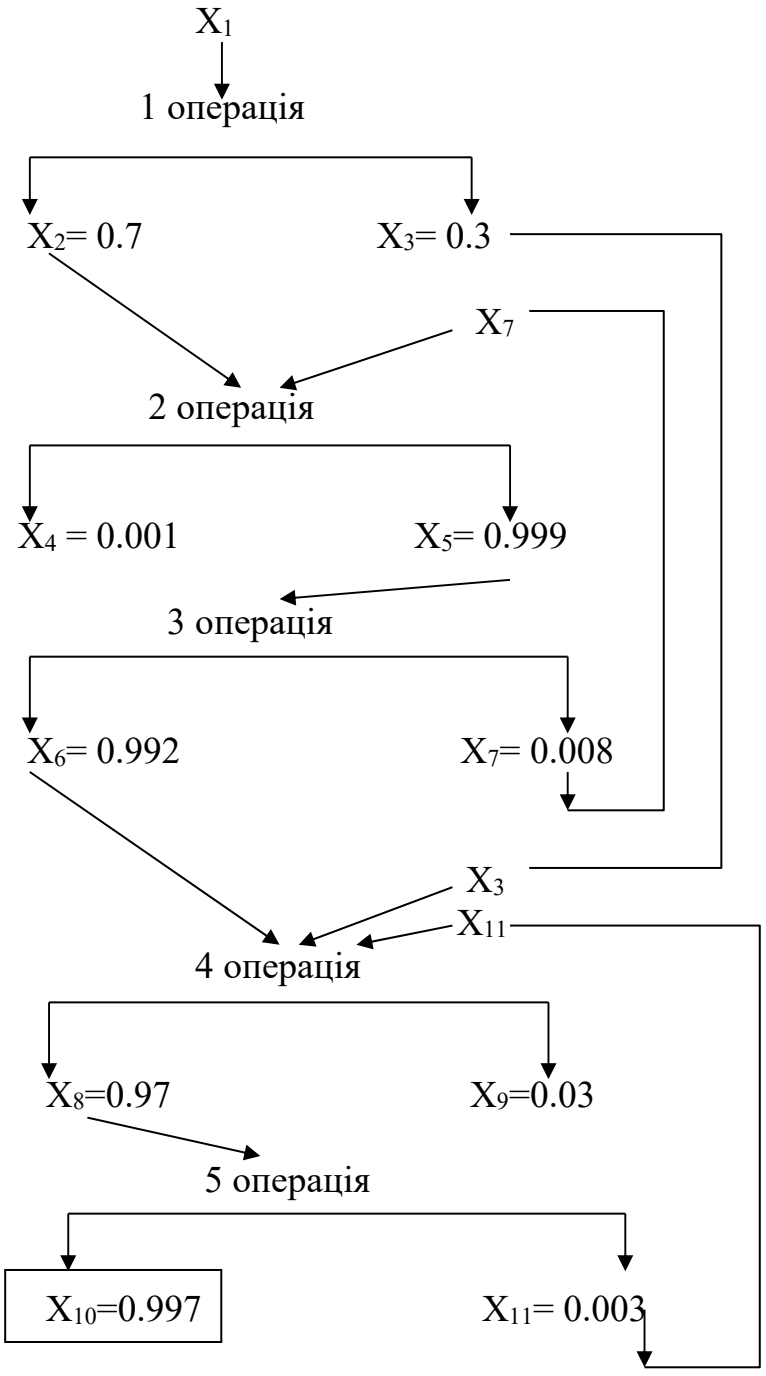
Задача 16


X1
1 операція
X2= 0.999
X3=0.001
X6
X13
2 операція
X4 = 0.15
X5 = 0.85
3 операція
4 операція
X6=0.106
X7=0.894
X8=0.8
X9=0.2
5 операція
X10= 0.991
X11=0.009
6 операція
X12=0.8
X13 =0.2

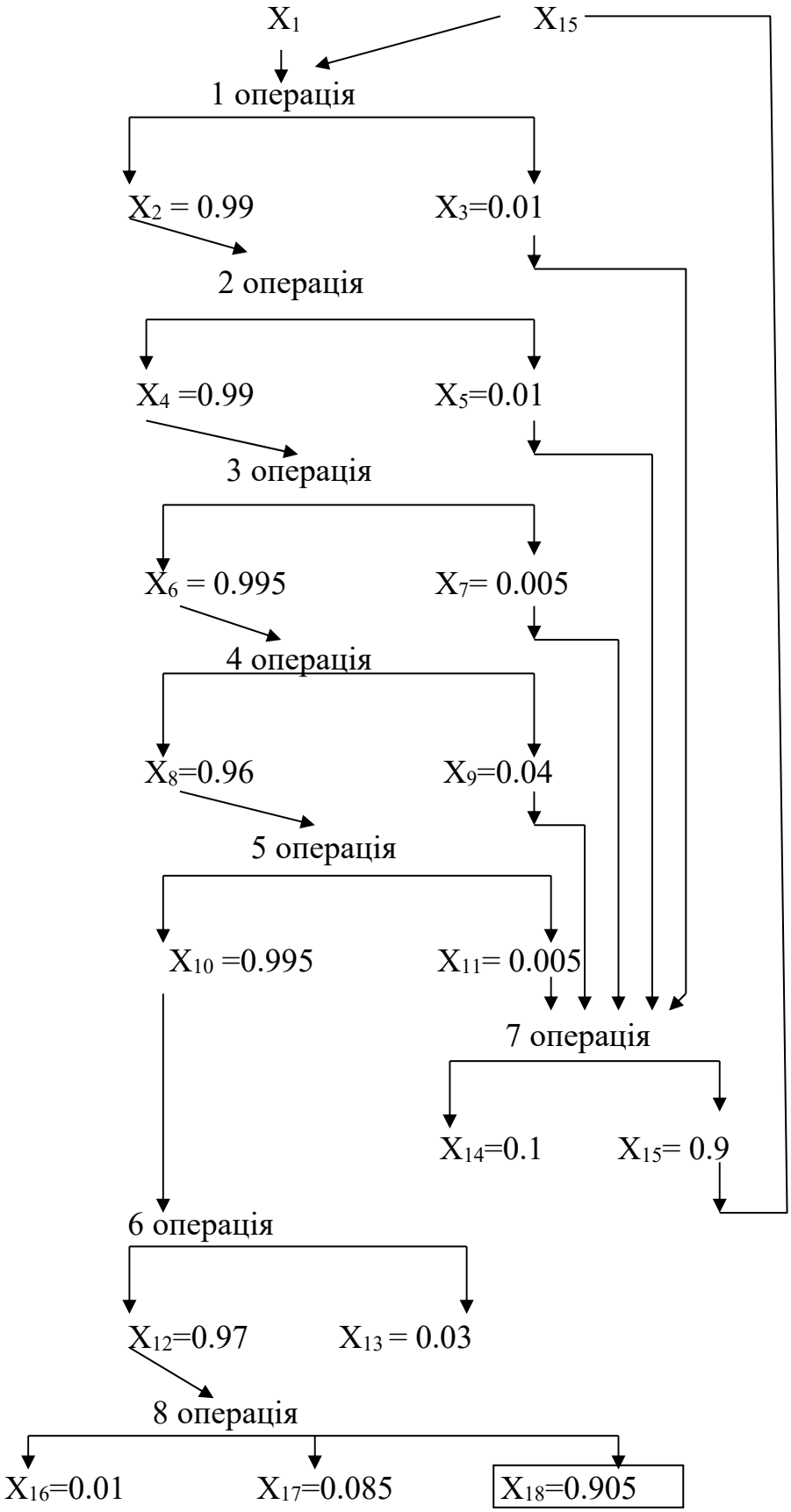
Задача 17


X1
1 операція
X2= 0.97
X3=0.03
2 операція
X4 = 0.085
X5 = 0.905
X6 = 0.01
3 операція
X7= 0.025
X8 =0.975
4 операція
X5
X9 =0.01
X10 = 0.99
X13
5 операція
X11= 0.5
X12= 0.5
6 операція
X13=0.02
X14= 0.98

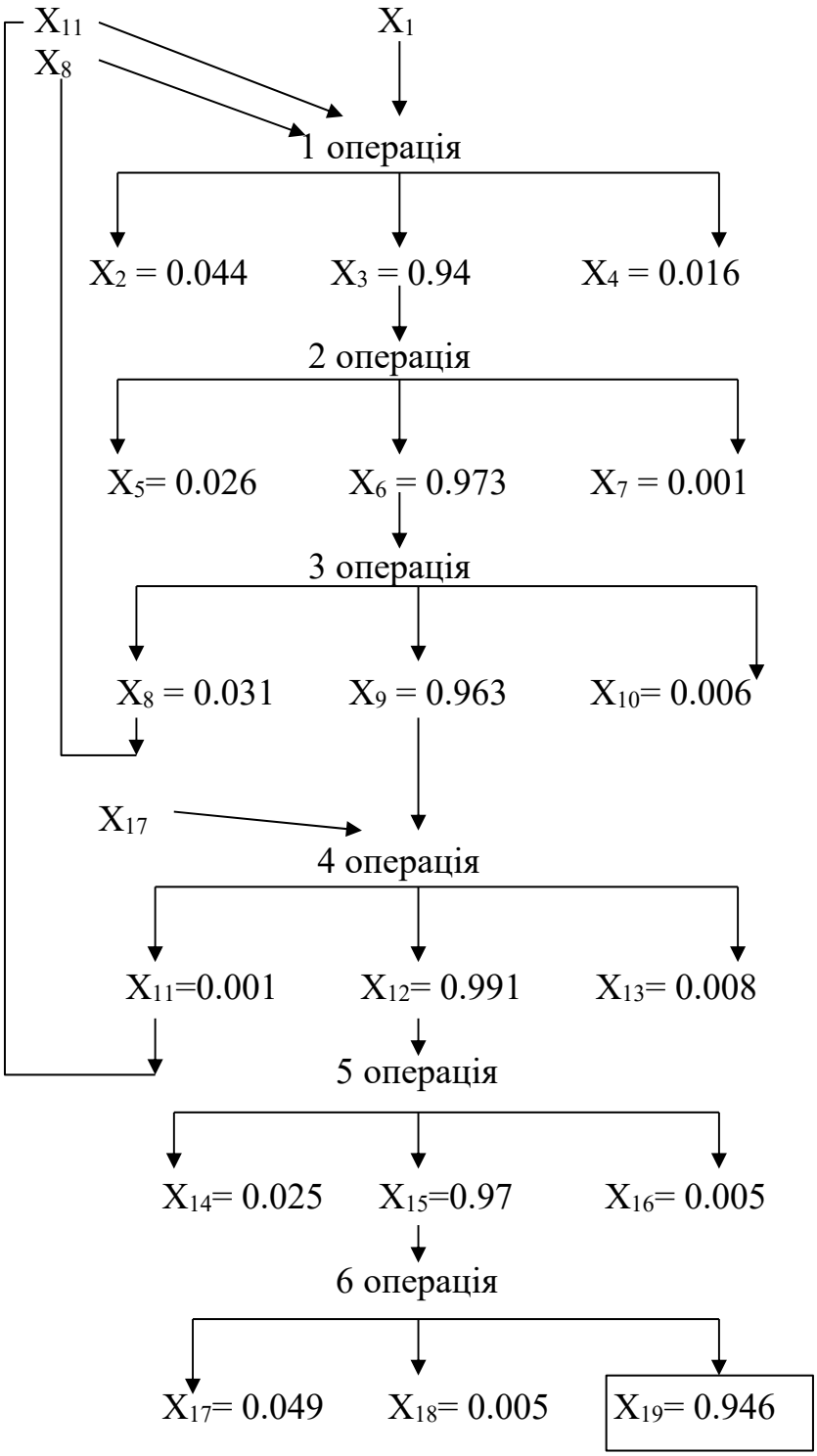
Варіант 18


X1
1 операція
X2= 0.7
X3= 0.3
X7
2 операція
X4 = 0.001
X5= 0.999
3 операція
X6= 0.992
X7= 0.008
X3
X11
4 операція
X8=0.97
X9=0.03
5 операція
X10=0.997
X11= 0.003

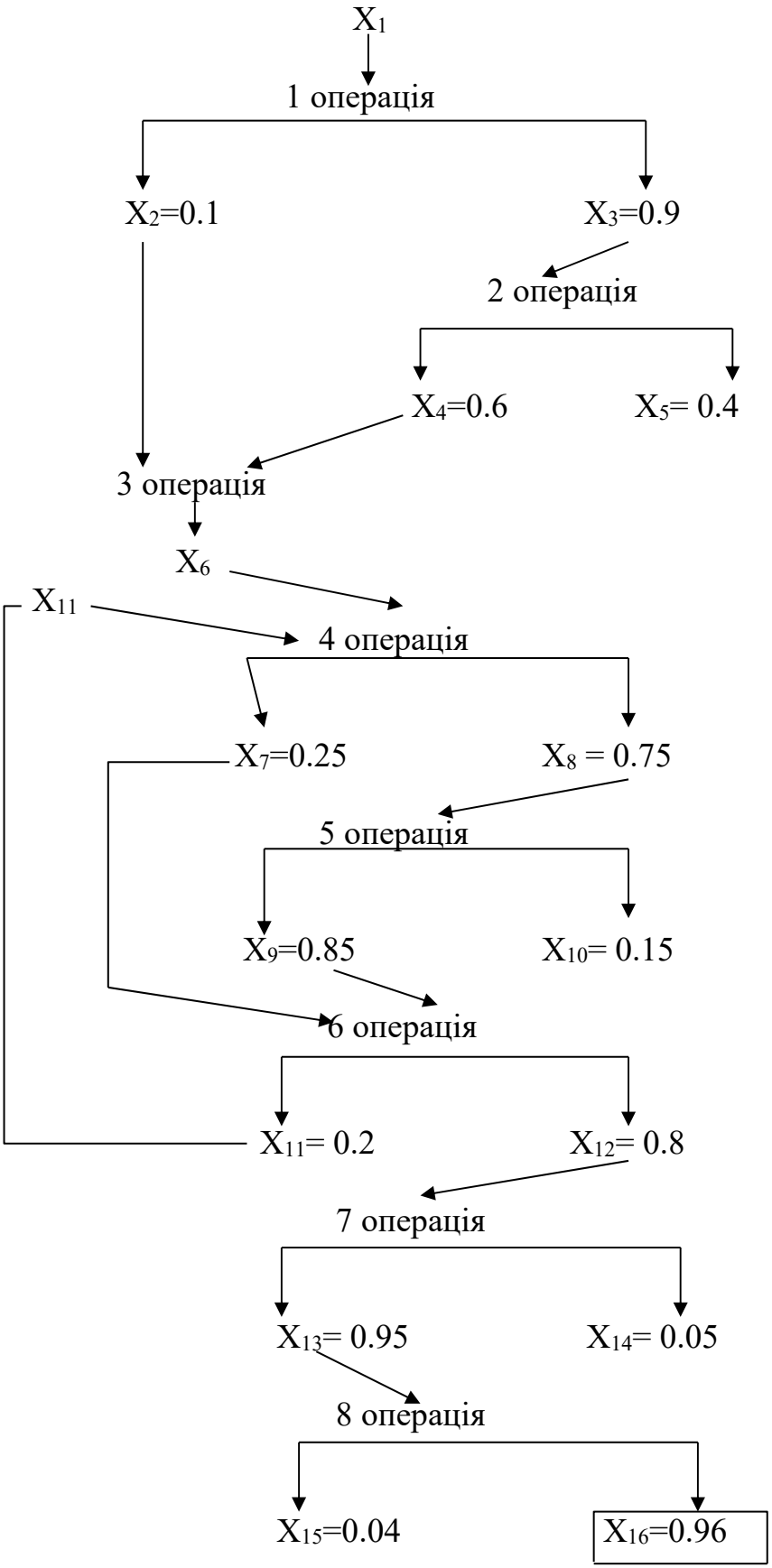
Варіант 20


X1
X15
1 операція
X2 = 0.99
X3=0.01
2 операція
X4 =0.99
X5=0.01
3 операція
X6 = 0.995
X7= 0.005
4 операція
X8=0.96
X9=0.04
5 операція
X10 =0.995
X11= 0.005
7 операція
X14=0.1
X15= 0.9
6 операція
X12=0.97
X13 = 0.03
8 операція
X16=0.01
X17=0.085
X18=0.905

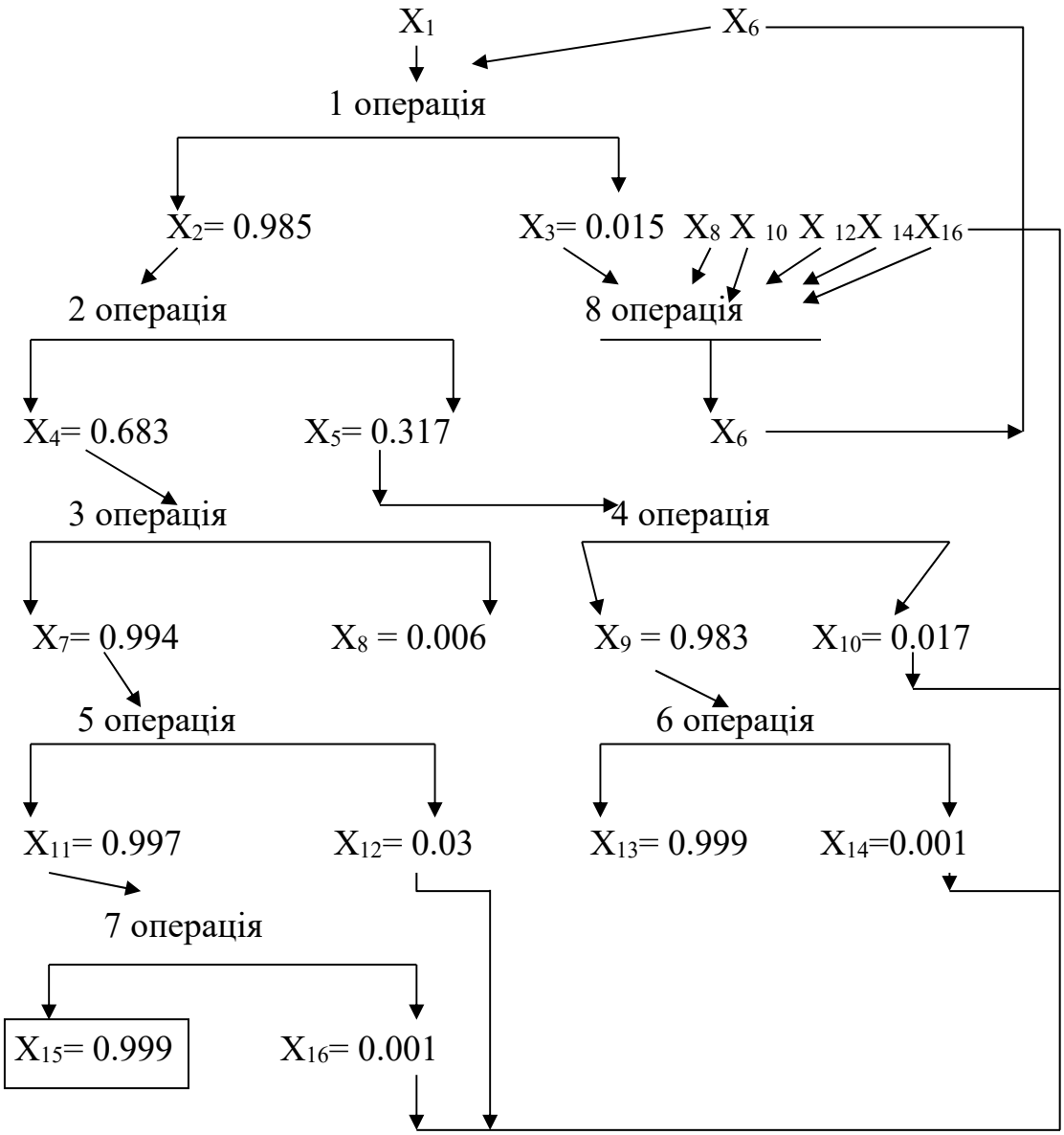
Варіант 21


X11
X8
X1
1 операція
X2 = 0.044
X3 = 0.94
X4 = 0.016
2 операція
X5= 0.026
X6 = 0.973
X7 = 0.001
3 операція
X8 = 0.031
X9 = 0.963
X10= 0.006
X17
4 операція
X11=0.001
X12= 0.991
X13= 0.008
5 операція
X14= 0.025
X15=0.97
X16= 0.005
6 операція
X17= 0.049
X18= 0.005
X19= 0.946

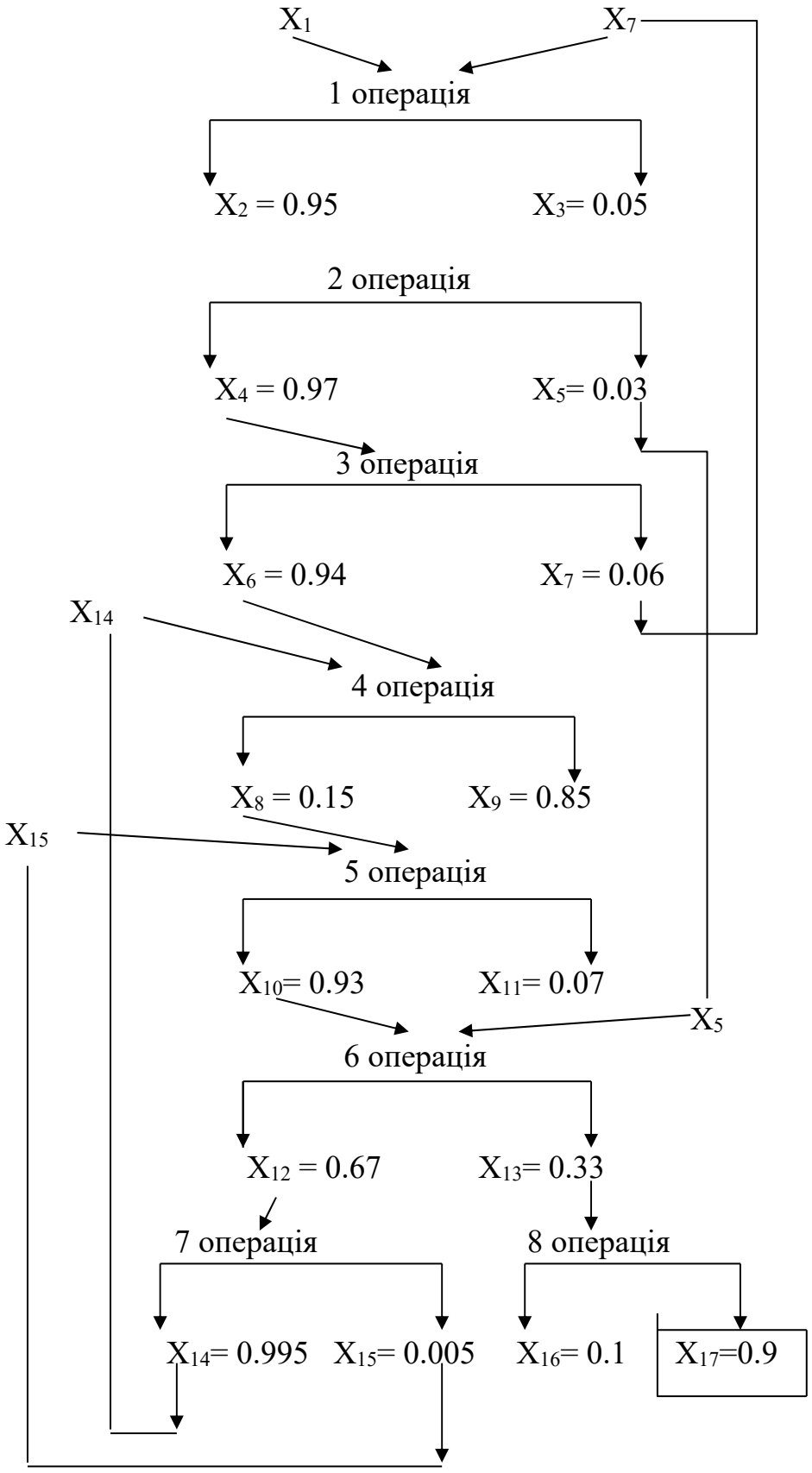
Варіант 22


X1
1 операція
X2=0.1
X3=0.9
2 операція
X4=0.6
X5= 0.4
3 операція
X6
X11
4 операція
X7=0.25
X8 = 0.75
5 операція
X9=0.85
X10= 0.15
6 операція
X11= 0.2
X12= 0.8
7 операція
X13= 0.95
X14= 0.05
8 операція
X15=0.04
X16=0.96

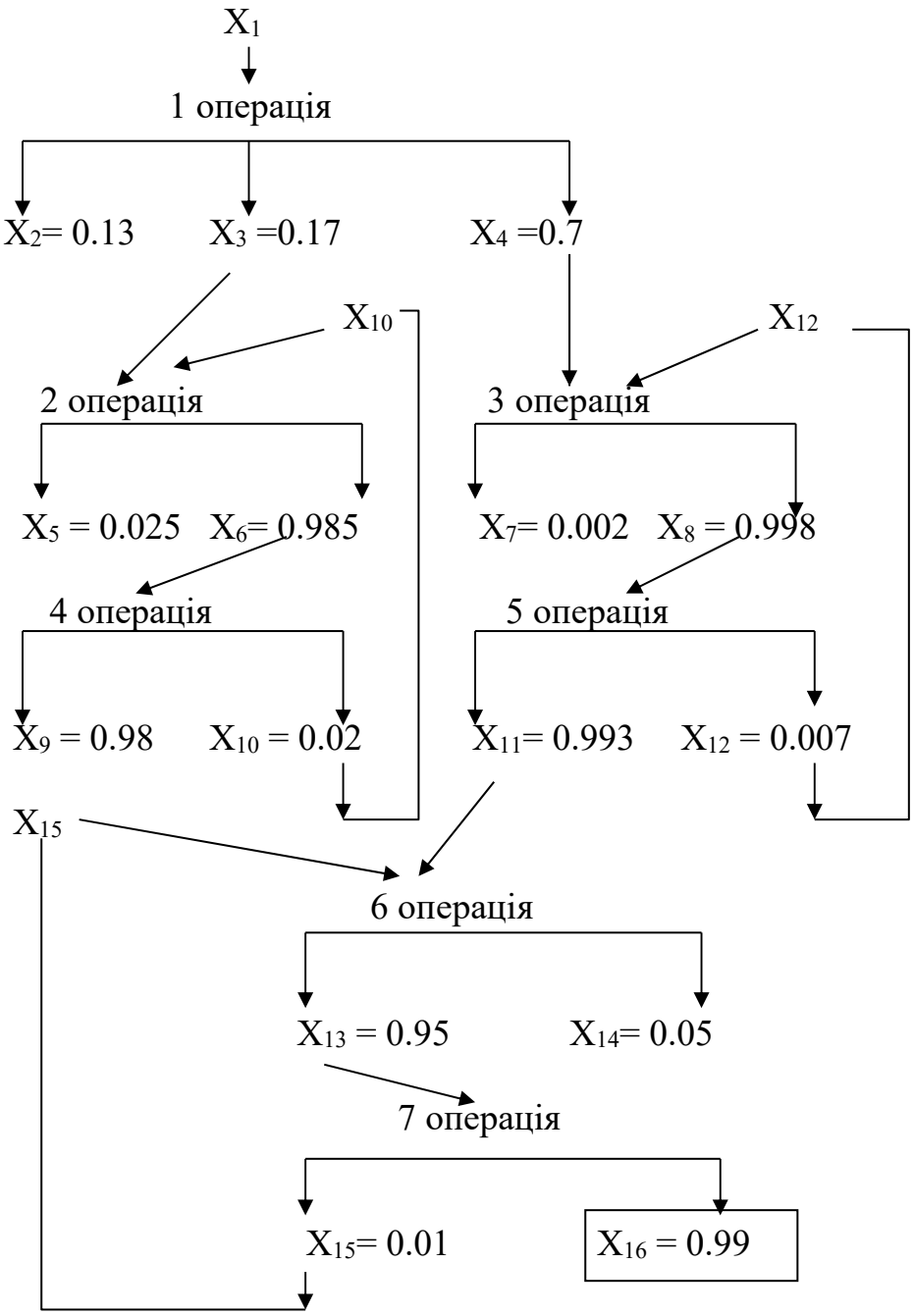
Варіант 23


X1
X6
1 операція
X2= 0.985
X3= 0.015 X8 X 10 X 12X 14X16
2 операція
8 операція
X4= 0.683
X5= 0.317
X6
3 операція
4 операція
X7= 0.994
X8 = 0.006
X9 = 0.983
X10= 0.017
5 операція
6 операція
X11= 0.997
X12= 0.03
X13= 0.999
X14=0.001
7 операція
X15= 0.999
X16= 0.001

Варіант 24


X1
X7
1 операція
X2 = 0.95
X3= 0.05
2 операція
X4 = 0.97
X5= 0.03
3 операція
X6 = 0.94
X7 = 0.06
X14
4 операція
X8 = 0.15
X9 = 0.85
X15
5 операція
X10= 0.93
X11= 0.07
X5
6 операція
X12 = 0.67
X13= 0.33
7 операція
8 операція
X14= 0.995
X15= 0.005
X16= 0.1
X17=0.9

Варіант 25


X1
1 операція
X2= 0.13
X3 =0.17
X4 =0.7
X10
X12
2 операція
3 операція
X5 = 0.025
X6= 0.985
X7= 0.002
X8 = 0.998
4 операція
5 операція
X9 = 0.98
X10 = 0.02
X11= 0.993
X12 = 0.007
X15
6 операція
X13 = 0.95
X14= 0.05
7 операція
X15= 0.01
X16 = 0.99

ЛІТЕРАТУРА

1. Миленин А.А. Математичне моделювання процесів обробки металів тиском: Навчальний посібник. Дніпропетровськ: НМетАУ, 2002. - 60 с.

2.Решетник Г.И., Иващенко В.И. Алгоритмы и программы разветвляющихся и циклических процессов. /Методические указания и Варианты заданий к самостоятельной работе студентов. ЗИИ, 1990, с.

3. Колмогоров В.Л., Паршаков С.И., Буркин С.П. и др. Решение технологических задач ОМД на микро- ЭВМ. – М.: Металлургия, 1993, 320 с.

4. Щерба В.Н., Райберг Л.Х. Технология прессования металлов. Учебное пособие для вузов. - М.; Металлургия, 1995. – 336 с.

5.Кузьменко В.И., Балакин В.Ф. Решение на ЭВМ задач пластического деформирования: Справочник. - К.: Техника, 1990. – 136 с.

6. Светозарова Г.И., Мельников А.А., Козловский А.В. Практикум по программированию на языке Бейсик. М., Наука, 1988. - 368 с.