



**ЖИТОМИРСЬКА
ПОЛІТЕХНІКА**

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**100
РОКІВ**

Лекція 12

Елементи моделювання в електронних таблицях

Лекція 12

Елементи моделювання в електронних таблицях

1. Моделювання випадкових величин.
2. Технологія розв'язування екстремальних задач.
Алгоритм “пошуку рішення”.
3. Форма моделі. Аналіз та корегування отриманого рішення.

1. Моделювання випадкових величин.

Інструментарій Excel для генерування випадкових чисел

- **1. Функція СЛЧИС()** – функція без аргументів категорія «математичні» обчислює випадкові числа, які рівномірно розподілені на інтервали [0,1].
 - Особливість: формули, які містять функцію СЛЧИС, перераховуються при кожному перерахунку робочого аркуша (наприклад, при введенні значень у комірку або вилученні, або при натисненні клавіші [F9]), що важливо для машинного моделювання. Для фіксації результуючих значень функції СЛЧИС, можна їх скопіювати «Спеціальною вставкою».
- **2. Функція СЛУЧМЕЖДУ (нижня границя; верхня границя)** – виконує генерацію цілочисленних значень, підпорядкованих дискретному рівномірному розподілу. Функція знаходиться в категорії «математичні та тригонометричні» і доступна тільки після підключення надбудови «Пакет аналізу».
 - Особливості:
 - як і функція СЛЧИС, при кожному перерахунку функція СЛУЧМЕЖДУ змінює значення;
 - функція «не працює» у формулах масивів;
 - якщо значення аргументів дробні, то вони округлюються до найближчих цілих.
- **3. Програма «Генерація случайных чисел»** із надбудови «Пакет аналізу» призначений для отримання випадкових вибірок, тобто генерації значень випадкових чисел заданого розподілу: рівномірного, нормального, Бернуллі, біноміального, Пуассона, модельного та дискретного.

Деякі технології використання функції «СЛЧИС»:

- 1). Моделювання випадкових величин, які рівномірно розподілені на довільному інтервалі , виконується формулою:

$$= (b - a) * \text{СЛЧИС}(\) + a.$$

- 2). Генерування цілочисельних значень, які рівномірно розподілені на інтервалі - аналог функції «СЛУЧМЕЖДУ», виконується формулою:

$$= \text{ЦЕЛОЕ}((b - a) * \text{СЛЧИС}(\) + a).$$

- 3). Використання перерахунку функції «СЛЧИС» для отримання результатів декількох експериментів, тобто значення характеристик, наприклад: середнє, дисперсія, мінімум, максимум тощо. Для цього можна використати «Таблицю підстановки»

Технологія:

- за допомогою {= СЛЧИС ()} за формулою масиву отримати вибірку значень (стовпчик А);
- стандартними функціями обчислити характеристики: середнє, дисперсію, мінімум, максимум (стовпчик В);
- ввести номери експериментів 1, 2, 3, ... N, наприклад у стовпчик D;
- у стовпчики Е, F, G, Н ввести формули із посиланнями до комірок з відповідними характеристиками;
- виділити діапазон для «Таблицы подстановки» (D3: Н10);
- меню «Данные», «Таблица подстановки»;
- в полі «Подставлять значения по строкам» ввести посилання до будь-якої вільної комірки (наприклад, К 2), оскільки числа, які позначають кількість експериментів (стовпчик D), в обчисленнях участі не приймають, а слугують «пусковим механізмом» для нового перерахунку формул, які містять функцію «СЛЧИС»;
- кнопка «ОК», після чого, таблиця буде заповнена значеннями відповідних характеристик для кожного експеримента.

	А	В	С	Д	Е	F	G	Н
1	вибірка	середнє						
2	0,991337	=СРЗНАЧ(А2:А10)		№ експеримента	сер	дисп	min	max
3	0,794601	дисп			=В2	=В4	=В6	=В8
4	...	=ДИСП(А2:А10)		1				
5	...	min		2				
6	...	=МИН(А2:А10)		3				
7	...	max		4				
8	...	=МАКС(А2:А10)		5				
9	0,128896			6				
10	0,103461			7				
11				8				
12				9				



Функции Структура

Результат функции

Категория

Математический

Функция

- ODD
- PI
- POWER
- PRODUCT
- QUOTIENT
- RADIANS
- RAND**
- RANDBETWEEN
- ROUND
- ROUNDDOWN
- ROUNDUP
- SEC
- SECH
- SERIESSUM
- SIGN
- SIN

RAND

RAND()

Возвращает случайное число между 0 и 1.

Формула

Результат

#NULL!

=

Массив

Справка

Отменить

<< Назад

Далее >>

OK

Мастер функций



Функции

Структура

Категория

Математический

Функция

- MULTINOMIAL
- ODD
- PI
- POWER
- PRODUCT
- QUOTIENT
- RADIANS
- RAND
- RANDBETWEEN**
- ROUND
- ROUNDDOWN
- ROUNDUP
- SEC
- SECH
- SERIESSUM
- SIGN

RANDBETWEEN

Результат функции

Ошибка:504

Возвращает случайное целое число, лежащее внутри интервала (включая границы)

Нижняя граница (обязательно)

Наименьшее целое число, возвращаемое функцией

Нижняя граница



Верхняя граница



Формула

Результат

Ошибка:504

=RANDBETWEEN()

Массив

Справка

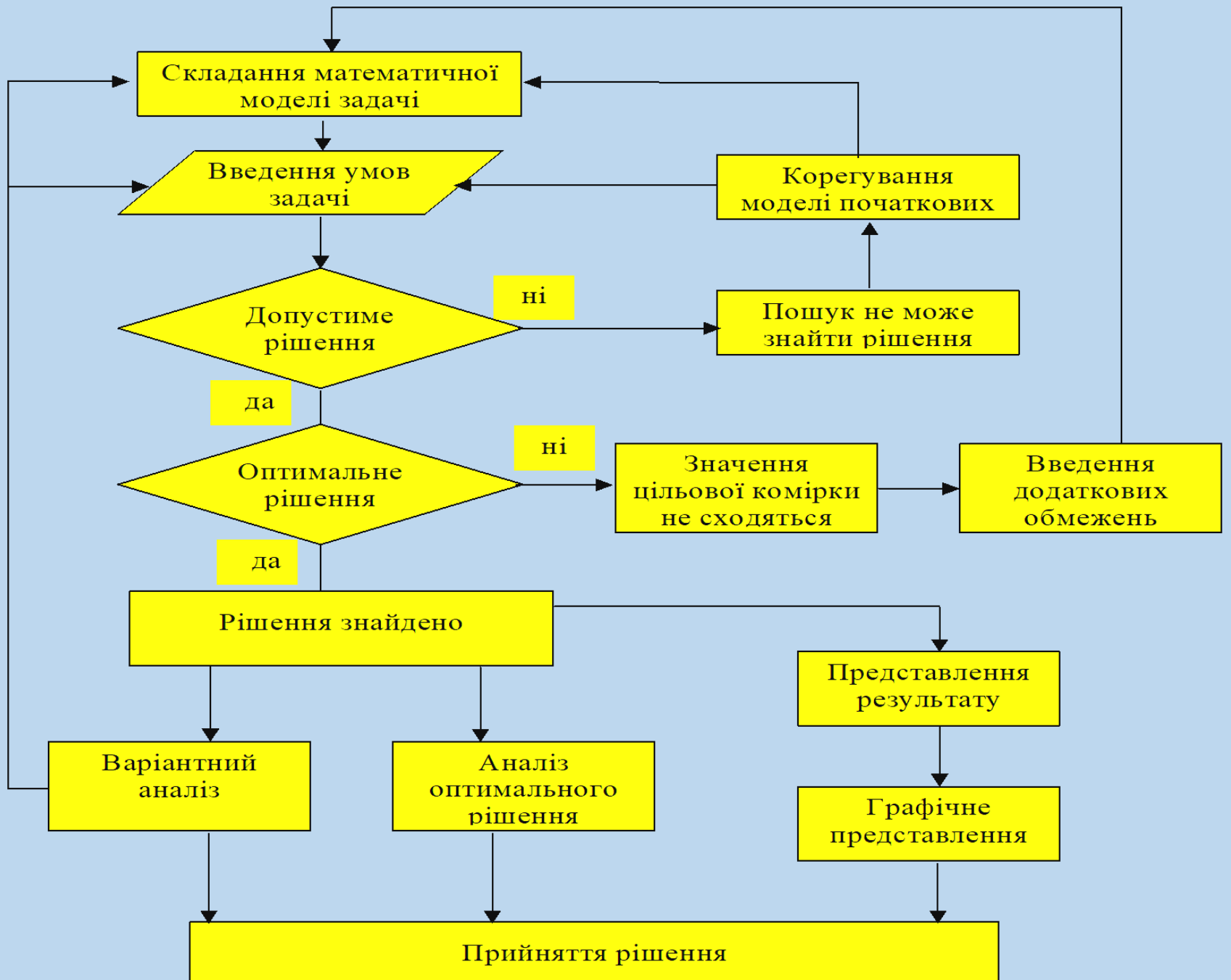
Отменить

<< Назад

Далее >>

OK

2. Технологія розв'язування екстремальних задач. Алгоритм “пошуку рішення”.



Поиск решения



Установить целевую ячейку:

Выполнить

Равной: максимальному значению

значению:

Закреть

минимальному значению

Изменяя ячейки:

Предположить

Ограничения:

Добавить

Изменить

Удалить

Параметры

Восстановить

Справка

Добавление ограничения



Ссылка на ячейку:



<=



Ограничение:



ОК

Отмена

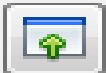
Добавить

Справка

Решатель



Целевая ячейка



Результат

Максимум

Минимум

Значение



Изменяя ячейки



Ограничительные условия

Ссылка на ячейку

Операция

Значение



<=



<=



<=



<=



Параметры...

Справка

Закрыть

Решить

3. Форма моделі. Аналіз та корегування
отриманого рішення.

$$W = \sum_{j=1}^2 c_j x_j \Rightarrow \max$$

$$\left. \begin{aligned} a_{11} x_1 + a_{12} x_2 &\leq b_1 \\ a_{21} x_1 + a_{22} x_2 &\leq b_2 \\ a_{31} x_1 + a_{32} x_2 &\leq b_3 \\ x_1 &\geq 0, \quad x_2 &\geq 0 \end{aligned} \right\}$$

$$W = 12x_1 + 10x_2 \Rightarrow \max;$$

$$\left. \begin{aligned} 3x_1 + 9x_2 &\leq 31; \\ 7x_1 + 9x_2 &\leq 107; \\ x_1 + 4x_2 &\leq 50; \\ x_i &\geq 0, \quad i = 1, 2. \end{aligned} \right\}$$

Microsoft Excel - Шаблон

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Adobe PDF Введите вопрос

Arial Cyr 10 Ж К Ч

D4 ЦФ Fmax

	A	B	C	D	E	F
1		x1	x2			
2	план (значения)					
3	нижня граница					
4	верхня граница			ЦФ Fmax		
5	Cj =	C1	C2	=СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$C\$2;B5:C5)		
6	ресурсы ↓	матрица норм витрат Aij (обмеження)		∑ aij*xj	знак	обсяг ресурсу bi
7	P1	a11	a12	=СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$C\$2;B7:C7)	<=	b1
8	P2	a21	a22	=СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$C\$2;B8:C8)	<=	b2
9	P3	a31	a32	=СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$C\$2;B9:C9)	<=	b3
10						
11						

Лист1 / Лист2 / Лист3

Готово NUM

Microsoft Excel - Шаблон

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Adobe PDF

Arial Cyr 10 Ж К Ч

D4 ЦФ Fmax

	A	B	C	D	E	F	G
1		x1	x2				
2	план (значения)						
3	нижняя граница						
4	верхняя граница			ЦФ Fmax			
5	Cj =	12	10	0			
6	ресурсы j	матрица норм витрат Aij (огрежения)		$\sum a_{ij} \cdot x_j$	знак	обсяг ресурсу bi	
7	P1	3	9	0	<=	31	
8	P2	7	9	0	<=	107	
9	P3	1	4	0	<=	50	
10							
11							

Лист1 / Лист2 / Лист3

Готово NUM

Поиск решения

Установить целевую ячейку:

Равной: максимальному значению значению:

минимальному значению

Изменяя ячейки:

Ограничения:

Добавление ограничения

Ссылка на ячейку:

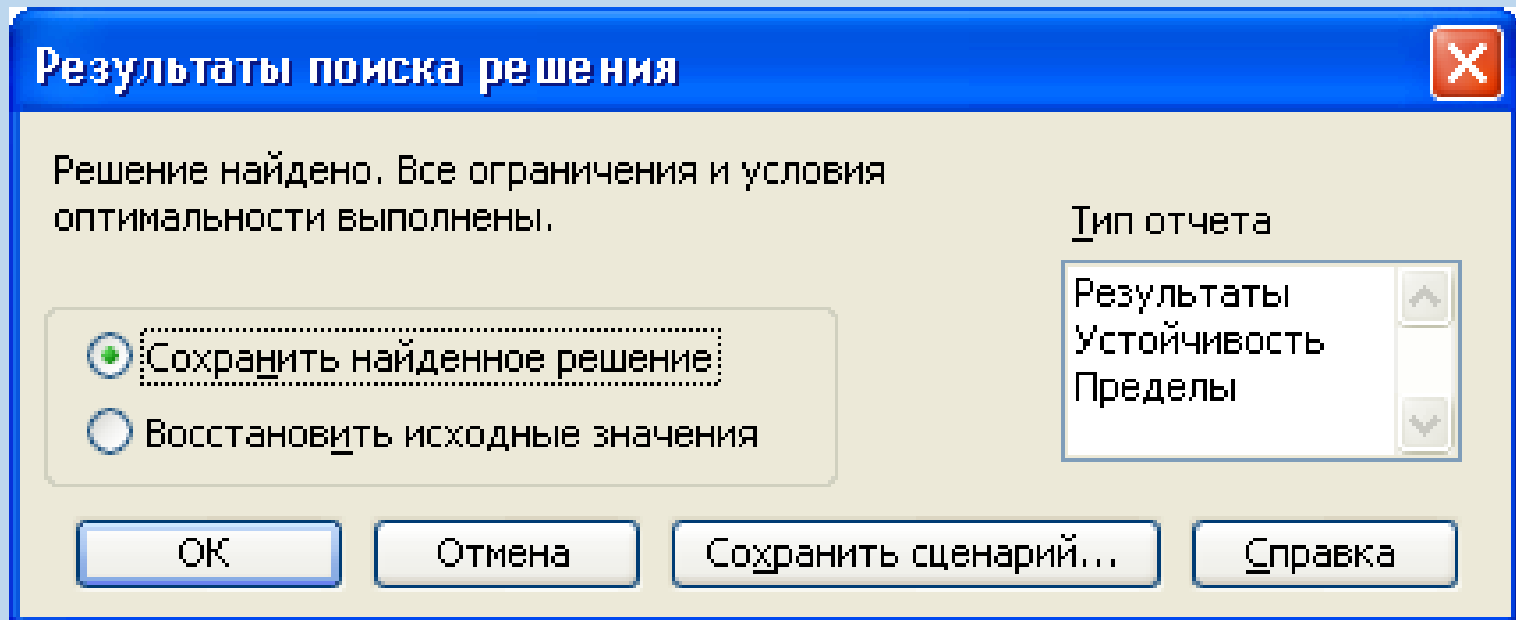
Ограничение:

	A	B	C	D	E	F
1		x1	x2			
2	план (значення)	10,33333333	0			
3	нижня границя					
4	верхня границя			ЦФ Fmax		
5	Cj =	12	10	124		
6	ресурси ↓	матриця норм витрат Aij (обмеження)		$\sum a_{ij} \cdot x_j$	знак	обсяг ресурсу bi
7	P1	3	9	31	<=	31
8	P2	7	9	72,33333333	<=	107
9	P3	1	4	10,33333333	<=	50
10						
11						

Аналіз оптимального рішення задачі

Аналіз оптимального рішення проводять після того, як на екрані з'явиться вікно результату пошуку рішення з повідомленням, що рішення знайдено (“Результат поиска решения” – “Решение найдено”). За допомогою цього вікна можна викликати звіти трьох типів:

Результаты “Результаты”;
стійкість (“Устойчивость”);
границі (“Пределы”).



E6 fx 124

A B C D E F G

1 Microsoft Excel 11.0 Отчет по результатам

2 Рабочий лист: [задача.xls]Лист1

3 Отчет создан: 28.09.2010 17:27:44

4 Целевая ячейка (Максимум)

Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат
\$D\$5	Cj = ЦФ Fmax	0	124

7

8 Изменяемые ячейки

Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат
\$B\$2	план (значення) x1	0	10,33333333
\$C\$2	план (значення) x2	0	0

12 Ограничения

Ячейка	Имя	Значение	Формула	Статус	Разница
\$D\$7	P1 $\sum a_{ij} \cdot x_j$	31	\$D\$7 <= \$F\$7	связанное	0
\$D\$8	P2 $\sum a_{ij} \cdot x_j$	72,33333333	\$D\$8 <= \$F\$8	не связан.	34,66666667
\$D\$9	P3 $\sum a_{ij} \cdot x_j$	10,33333333	\$D\$9 <= \$F\$9	не связан.	39,66666667
\$B\$2	план (значення) x1	10,33333333	\$B\$2 >= \$B\$3	не связан.	10,33333333
\$C\$2	план (значення) x2	0	\$C\$2 >= \$C\$3	связанное	0

Отчет по результатам 1 / Отчет по устойчивости

1	Microsoft Excel 11.0 Отчет по устойчивости							
2	Рабочий лист: [задача.xls]Лист1							
3	Отчет создан: 28.09.2010 17:27:44							
4								
5	Изменяемые ячейки							
6			Результ.	Нормир.	Целевой	Допустимое	Допустимое	
7	Ячейка	Имя	значение	стоимость	Кoeffициент	Увеличение	Уменьшение	
8	\$B\$2	план (значення) x1	10,33333333	0	12	1E+30	8,666666667	
9	\$C\$2	план (значення) x2	0	-26	10	26	1E+30	
10								
11	Ограничения							
12			Результ.	Теневая	Ограничение	Допустимое	Допустимое	
13	Ячейка	Имя	значение	Цена	Правая часть	Увеличение	Уменьшение	
14	\$D\$7	P1 $\sum a_{ij} \cdot x_j$	31	4	31	14,85714286	31	
15	\$D\$8	P2 $\sum a_{ij} \cdot x_j$	72,33333333	0	107	1E+30	34,66666667	
16	\$D\$9	P3 $\sum a_{ij} \cdot x_j$	10,33333333	0	50	1E+30	39,66666667	
17								

Microsoft Excel - задача

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Adobe PDF

Arial Cyr 10 Ж К Ч

D7 124

1 Microsoft Excel 11.0 Отчет по пределам
 2 Рабочий лист: [задача.xls]Отчет по пределам 1
 3 Отчет создан: 28.09.2010 17:27:44
 4
 5 **Целевое**
 6 **Ячейка** **Имя** **Значение**
 7 \$D\$5 Cj = ЦФ Fmax 124
 8
 9 **Изменяемое** **Нижний Целевой** **Верхний Целевой**
 10 **Ячейка** **Имя** **Значение** **предел результат** **предел результат**
 11 \$B\$2 план (значення) x1 10,33333333 0 0 10,33333333 124
 12 \$C\$2 план (значення) x2 0 0 124 3,94746E-16 124
 13

Отчет по устойчивости 1 \ Отчет по пределам 1

Действия Автофигуры

Готово NUM

$$W = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \Rightarrow \min;$$

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j;$$

$$\underline{X} = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} \dots & X_{1n} \\ X_{m1} & X_{m2} \dots & X_{mn} \end{pmatrix}$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i$$

$$\underline{C} = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} \dots & C_{1n} \\ C_{m1} & C_{m2} \dots & C_{mn} \end{pmatrix}$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j;$$

$$X_{ij} \geq 0.$$

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Adobe PDF Введите вопрос

Arial Cyr 10 Ж К Ч

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	X _{ij}	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	сума по B _j	знак	обсяг
2	A ₁					СУММ(B2:E2)	=	a ₁
3	A ₂					СУММ(B3:E3)	=	a ₂
4	A ₃					СУММ(B4:E4)	=	a ₃
5	A ₄					СУММ(B5:E5)	=	a ₄
6	сума по A _i	СУММ(B2:B5)	СУММ(C2:C5)	СУММ(D2:D5)	СУММ(E2:E5)			
7	знак	=	=	=	=		ЦФ	
8	потреба	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄		СУММПРОИЗВ(B2:E5;B10:E13)	
9	матриця ефективності C_{ij}							
10	A ₁	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄			
11	A ₂	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₂₄			
12	A ₃	C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃	C ₃₄			
13	A ₄	C ₄₁	C ₄₂	C ₄₃	C ₄₄			
14	нижня границя значень матриці X_{ij}							
15	A ₁							
16	A ₂							
17	A ₃							
18	A ₄							
19	верхня границя значень матриці X_{ij}							
20	A ₁							
21	A ₂							
22	A ₃							
23	A ₄							

Висновки:

- 1. Моделювання випадкових величин часто використовують у статистичному та системному аналізі для перевірки обчислювальних алгоритмів, а особливо у комп'ютерних моделях.
- 2. Методика розв'язування екстремальних задач складається з декількох етапів:
 - I етап – математична постановка задачі (математична модель);
 - II етап – введення моделі у програму;
 - III етап – пошук оптимального рішення (можливі корегування початкових даних);
 - IV етап – аналіз отриманих результатів та їх представлення у необхідній формі.