

Міністерство освіти і науки України
Кіровоградський національний технічний університет

Факультет обліку та фінансів
Кафедра економічної теорії, маркетингу та економічної кібернетики

ПРИКЛАДНІ ЗАДАЧІ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

методичні вказівки до вивчення дисципліни
для студентів всіх форм навчання за напрямом підготовки
6.030502 “Економічна кібернетика”

Затверджено
на засіданні кафедри ЕТМЕК
Протокол № 1 від 27.08.2015

Прикладні задачі моделювання економічних процесів: методичні вказівки до вивчення дисципліни для студентів всіх форм навчання за напрямом підготовки 6.030502 “Економічна кібернетика” / [укл. Дмитришин Б.В.]. – Кіровоград : КНТУ, 2015. – 53 с.

Укладач: к.е.н., доц. Дмитришин Б.В. – доцент кафедри ЕТМЕК.

Рецензент: к.е.н., доц. Вишневська В.А – доцент кафедри ЕТМЕК.

ЗМІСТ

1. Мета та завдання навчальної дисципліни	2
2. Структура навчальної дисципліни	3
3. Програма навчальної дисципліни	4
4. Лабораторні заняття	5
5. Тематика самостійної роботи	50
6. Індивідуальні завдання (тематика курсових робіт)	50
7. Методи навчання та контролю знань	51
8. Рекомендована література	53

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета: формування у студентів цілісного уявлення про процес моделювання економічних явищ та процесів, а також допомога студентам в оволодінні методами математичного моделювання при розв'язуванні задач економіки та управління.

Завданням навчальної дисципліни є набуття практичних навичок моделювання та аналізу економічних об'єктів і процесів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен мати такі знання та практичні навички:

1. Оволодіння різноманітним економіко-математичних моделей, що можуть застосовуватися для розв'язування задач економіки та управління.
2. Здатність аналізувати економічні задачі та вибирати відповідні моделі і методи для їх розв'язування.
3. Здатність здійснювати побудову економіко-математичних моделей.
4. Здатність застосовувати економіко-математичні моделі і математичні методи для дослідження і прогнозування соціально-економічних процесів.
5. Здатність за допомогою математичних моделей і методів приймати обґрунтовані рішення щодо здійснення вибору за наявності обмежених засобів і альтернативних можливостей.

2. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд.	с.р.		л	п	лаб	інд.	с.р.
Тема 1. Основи моделювання економічних процесів	5	4	-	-	-	1	6	-	-	-	-	6
Тема 2. Моделювання економічних систем і процесів для вирішення задач методами лінійного програмування	16	4	-	6	-	6	15	1	-	-	-	14
Тема 3. Моделювання оптимальної структури виробництва	22	6	-	8	-	8	21	1	-	2	-	18
Тема 4. Застосування економіко-статистичного моделювання в дипломних дослідженнях	5	4	-	-	-	1	6	-	-	-	-	6
Тема 5. Комп'ютерні технології вирішення задач за допомогою статистичних та економіко-математичних методів	26	6	-	10	-	10	21	1	-	2	-	18
Тема 6. Балансові моделі в економіці та управлінні	16	4	-	4	-	8	14	-	-			14
Індивідуальне науково-дослідне завдання (курсова робота)	30	-	-	-	30	-	31	1	-	-	30	-
Підсумковий контроль	30		-	-	-	30	30	-	-	-	-	30
Усього годин	150	28	-	28	30	64	144	4	-	4	30	106

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Основи моделювання економічних процесів

- 1.1. Кількісні залежності в економічних процесах
- 1.2. Поняття про моделювання
- 1.3. Економіко-математичні моделі

Тема 2. Моделювання економічних систем і процесів для вирішення задач методами лінійного програмування

- 2.1. Лінійне програмування
- 2.2. Розробка економіко-математичної моделі
- 2.3. Складання та вирішення економіко-математичної задачі
- 2.4. Розробка і вирішення економіко-статистичної задачі

Тема 3. Моделювання оптимальної структури виробництва

- 3.1. Розробка структурної економіко-математичної моделі
- 3.2. Розробка розширеної економіко-математичної моделі
- 3.3. Аналіз отриманих результатів вирішення задач
- 3.4. Застосування базової економіко-математичної моделі структури виробництва в дипломному проектуванні

Тема 4. Застосування економіко-статистичного моделювання в дипломних дослідженнях

- 4.1. Проведення аналізу результативної змінної та факторів що впливають на її значення. Отримання статистичних даних та їх обробка
- 4.2. Визначення математичної інтерпретації залежних і незалежних змінних. Вирішення задачі
- 4.3. Статистична і економічна оцінка моделі
- 4.4. Економічна інтерпретація робочого рівняння і його застосування в практичних розрахунках

Тема 5. Комп'ютерні технології вирішення задач за допомогою статистичних та економіко-математичних методів

- 5.1. Прогнозування методом ковзного середнього.
- 5.2. Побудування прогнозів за допомогою функції „ТЕНДЕНЦИЯ”
- 5.3. Побудування нелінійних прогнозів за допомогою функції „РОСТ”
- 5.4. Побудування прогнозів на підставі трендового аналізу
- 5.5. Багатофакторний кореляційно-регресійний аналіз
- 5.6. Використання процедури „ПОШУК РІШЕНЬ” пакету MS Excel для розв'язання оптимізаційних задач

Тема 6. Балансові моделі в економіці та управлінні

- 6.1. Основні поняття про балансовий метод.
- 6.2. Принципова схема міжпродуктового балансу.
- 6.3. Економіко-математична модель міжгалузевого балансу. Коефіцієнти прямих та повних матеріальних витрат.
- 6.4. Міжгалузеві балансові моделі в аналізі економічних показників.
- 6.5. Динамічна міжгалузева балансова модель.

4. ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

Лабораторна робота № 1

Основи роботи з процедурою "Пошук рішення" пакету MS Excel

Задача. Розрахувати оптимальне співвідношення посівів пшениці, соняшнику і цукрового буряка, щоб отримати максимальну вартість отриманої продукції.

Порядок виконання роботи

1. Сформулювати математичну модель задачі в середовищі MS Excel, так як показано на рисунку нижче.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Економіко-математична модель											
2	№	Змінні обмеження	Одиниця виміру	Пшениця	Соняшник	Цукровий буряк	Тип обмеження	Обсяг обмеження(В0)				
3												
4												
5	Змінні моделі			X1	X2	X3						
6	Одиниця виміру			га	га	га						
7	1	Площа ріллі	га	1	1	1	<=	5000,00				
8	2	По механізаторам	люд.дн.	2,00	8,00	10,00	<=	20000,00				
9	3	По некваліфікованим працівникам	люд.дн.	1,00	4,00	5,00	<=	12000,00				
10	Z0	Вартість товарної продукції	гр.	3000,00	3600,00	12000,00		max				
11												
12	Змінні моделі			Значення								
13	Площа пшениці			0								
14	Площа соняшнику			0								
15	Площа цукрового буряку			0								
16												
17	Обмеження моделі			Значення								
18	По площі ріллі			0								
19	По механізаторам			0								
20	По некваліфікованим працівникам			0								
21												
22												
23	Значення цільової функції			Значення								
24	Вартість товарної продукції(Z0)			0								
25												

Перелік комірок, в яких будуть сформовані значення змінних моделі. Це комірки D13:D15. На початку вирішення задачі значення змінних дорівнюють 0.

Перелік комірок, в яких сформовані обмеження моделі. В данному випадку в комірку D18 записано вираз $=D6*SD$13+E6*SD$14+F6*SD$15$. Відповідні вирази треба записати у комірки D19:D20.

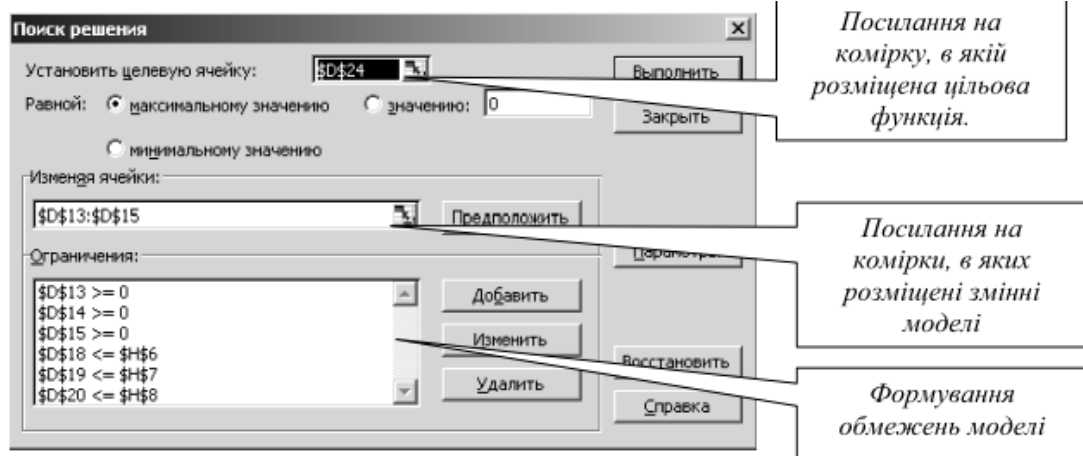
Значення цільової функції, яке уде розраховано після вирішення задачі. В данному випадку в комірку D24 треба записати вираз $=D10*SD$13+E10*SD$14+F10*SD$15$

Перелік комірок, в яких будуть сформовані значення змінних моделі. Це комірки D13:D15. На початку вирішення задачі значення змінних дорівнюють 0.

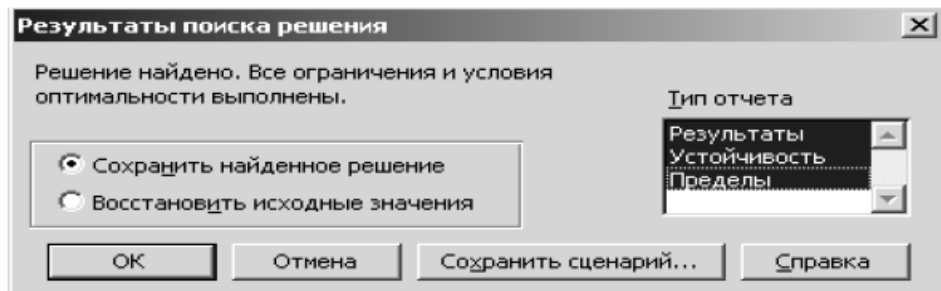
Перелік комірок, в яких сформовані обмеження моделі. В данному випадку в комірку D18 записано вираз $=D6*SD\$13+E6*SD\$14+F6*SD\$15$. Відповідні вирази треба записати у комірки D19:D20.

Значення цільової функції, яке уже розраховано після вирішення задачі. В данному випадку в комірку D24 треба записати вираз $=D10*SD\$13+E10*SD\$14+F10*SD\$15$

2. На підставі вищенаведених матриць заповнити відповідні зони вікна «Пошук рішень».



3. Після формування всіх параметрів моделі виконати розрахунок основних показників. Для цього у вікні настроювання відмітити звіти, які треба сформувати.



В результаті рішення задачі будуть заповнені відповідні комірки, в яких будуть розраховані значення змінних, представлена інформація по виконанню обмежень моделі, а також значення цільової функції.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Економіко-математична модель								
2	№	Змінні обмеження	Одиниця виміру	Пшениця	Соняшник	Цукровий буряк	Тип обмеження	Обсяг обмеження(В ₀)	
3									
4		Змінні моделі		X1	X2	X3			
5		Одиниця виміру		га	га	га			
6	1	Площа ріллі	га	1	1	1	<=	5000,00	
7	2	По механізаторам	люд.дн	2,00	8,00	10,00	<=	20000,00	
8	3	По некваліфікованим працівникам	люд.дн	1,00	4,00	5,00	<=	12000,00	
9									
10	Z ₀	Вартість товарної продукції	гр.	3000,00	3600,00	12000,00		max	
11									
12		Змінні моделі		Значення					
13		Площа пшениці		3750					
14		Площа соняшнику		0					
15		Площа цукрового буряку		1250					
16									
17		Обмеження моделі		Значення					
18		По площі ріллі		5000					
19		По механізаторам		20000					
20		По некваліфікованим працівникам		10000					
21									
22									
23		Значення цільової функції		Значення					
24		Вартість товарної продукції(Z ₀)		26250000					
25									

Аналіз результатів. На підставі отриманих результатів можна зробити наступні висновки.

Звіт про результати

Значення цільової функції (вартість товарної продукції) складає 26250000 грн.

Змінні моделі приймають такі значення:

Площа пшениці - 3750 га.

Площа соняшнику - 0 га.

Площа цукрового буряку - 1250 га

Виконання умов обмежень показує на те, що:

Площа ріллі використовується в повній мірі - 5000 га.

Витрати праці механізаторів реалізовані повністю - 20 000 люд. дн.

Витрати праці некваліфікованих працівників недовикористані на 2000 люд.-дн. і складають - 10 000 люд.-дн.

Звіт про стійкість

Нормований градієнт показує на коректність отриманих результатів. Оскільки значення змінної «Площа соняшнику» дорівнює 0, то цей коефіцієнт не має значення.

Множник Лагранжу вказує на те, яке з обмежень найбільш суттєве. В даному випадку це обмеження по використанню праці механізаторів, потім по використанні площі ріллі і на останньому місці по суттєвості стоїть обмеження по використанню праці некваліфікованих робітників.

Звіт по інтервалам змін

Цей звіт вказує на зміну цільової функції залежно від значень, які приймають змінні моделі - нижня та верхня границя.

Лабораторна робота № 2

Задачі оптимального використання потужностей

Задача. На пивзаводі випускається декілька видів пива (табл. 2.1). Задано норму витрат часу на виробництво 1 дал пива кожного виду по провідних відділеннях: варочному, бродильному, лагерному, розливу. Ресурс устаткування заданий у вигляді фонду робочого часу обладнання (годин на місяць).

Потрібно:

1. Побудувати модель оптимізації плану пивзаводу на місяць в табличному й аналітичному видах за критерієм – максимум випуску пива в натуральному виразі.

2. Отримані нерівності перетворити в еквівалентні рівності й побудувати матрицю коефіцієнтів;

3. Знайти розв'язок та зробити висновки.

Примітка. Варіант роботи студент отримує у викладача.

Таблиця 2.1

Асортимент		Оптова ціна, грн./дал	Норми витрат часу, год/дал			
			Варниця	Бродильне відділення	Лагерний підвал	Розлив
1	Жигулівське емк.	11,3	0,30	0,40	0,40	0,50
2	Жигулівське пляшкове	16,28	0,36	0,44	0,44	0,51
3	Московське	23,9	0,38	0,61	0,81	0,51
4	Ризьке	2,33	0,37	0,48	0,81	0,51
5	Українське	20,5	0,37	0,61	0,65	0,51
6	Подільське	26,1	0,35	0,60	0,52	0,51
7	Львівське	18,1	0,35	0,50	0,55	0,51
8	Слов'янське	23,1	0,39	0,52	0,54	0,51
варіан-ти:	Ресурс обладнання, год/міс		710	690	680	720
варіан-ти:	Ресурс обладнання, год/міс		705	630	675	710

Обрати обмеження за попитом:

Парні варіанти: I асортимент становить 80% випуску, а II – в 1,5 рази більше, ніж III.

Непарні варіанти: I асортимент користується попитом в 3,7 рази вище, ніж II й III взяті разом, а II – в 2,3 рази більше, ніж III.

Варіанти асортименту

Варіант 1	1	2	3
Варіант 2	4	5	6
Варіант 3	7	8	1
Варіант 4	2	3	4
Варіант 5	5	6	7
Варіант 6	8	1	2

Варіант 7	3	4	5
Варіант 8	6	7	8
Варіант 9	1	5	7
Варіант 10	2	6	8

Приклад виконання лабораторної роботи

Задача. На пивзаводі випускається 3 види пива (табл. 2.1). Задано норму витрат часу на виробництво 1 дал пива кожного виду по провідних відділеннях: варочному, бродильному, лагерному, розливу. Ресурс устаткування заданий у вигляді фонду робочого часу обладнання (годин на місяць). І асортимент користується попитом в 3,7 рази вище, ніж II й III взяті разом, а II – в 2,3 рази більше, ніж III.

Потрібно:

1. Побудувати модель оптимізації плану пивзаводу на місяць в табличному й аналітичному видах за критерієм – максимум випуску пива в натуральному виразі.
 2. Отримані нерівності перетворити в еквівалентні рівності й побудувати матрицю коефіцієнтів;
 3. Знайти розв'язок та зробити висновки.
- Похідні дані записуємо в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Асортимент		Оптова ціна, грн./дал	Норми витрат часу, год/дал			
			Варниця	Бродильне відділення	Лагерний підвал	Розлив
1	Жигулівське пляшкове	16,28	0,36	0,44	0,44	0,51
2	Українське	20,5	0,37	0,61	0,65	0,51
3	Подільське	26,1	0,35	0,60	0,52	0,51
	Ресурс обладнання, год/міс		705	630	675	710

Функція цілі: $F(X) = x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \max$

Обмеження за обладнанням:

$$0,36x_1 + 0,37x_2 + 0,35x_3 \leq 705$$

$$0,44x_1 + 0,61x_2 + 0,6x_3 \leq 630$$

$$0,44x_1 + 0,65x_2 + 0,52x_3 \leq 675$$

$$0,51x_1 + 0,51x_2 + 0,51x_3 \leq 710$$

Обмеження за попитом:

$$x_1 - 3,7(x_2 + x_3) = 0, \quad x_2 - 2,3x_3 = 0.$$

Обмеження невід'ємності елементів: $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$.

За допомогою отриманих нерівностей та рівнянь побудуємо та запишемо матрицю коефіцієнтів і функцію цілі (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Назва обмежень	Асортимент			Обмеження	
	x_1	x_2	x_3	Знак	Величина
Цільова функція	1	1	1	$\rightarrow$	max
За обладнанням	0,36	0,37	0,35	$\leq$	705·3
	0,44	0,61	0,6	$\leq$	603·3
	0,44	0,65	0,52	$\leq$	675·3
	0,51	0,51	0,52	$\leq$	710·3
За попитом	1	-3,7	-3,7	$=$	0
	0	1	-2,3	$=$	0
Невід'ємність елементів	1			$\geq$	0
		1		$\geq$	0
			1	$\geq$	0

Висновки.

Максимум випуску продукції – 3084,213 дал досягається при випуску пива «Жигулівське пляшкове» – 2994,806 дал, пива «Українське» – 564,132 дал, пива «Подільське» – 245,275 дал.

«Вузьке місце» на пивзаводі – бродильне відділення (відхилення $=0$). Це означає, що при максимальному випуску продукції буде використаний весь резерв потужності обладнання бродильного відділення.

Лабораторна робота № 3

Задачі оптимального використання ресурсів

Задача. Згідно варіанту завдання з таблиці 3.1 навести перелік з 4-х видів продукції, що складають асортимент пивзаводу.

Потрібно:

1. Побудувати модель оптимального плану підприємства в табличному і аналітичному вигляді.
2. Провести розрахунки на ПК і отримати інформацію по оптимальному асортименту при максимальному використанні всіх видів ресурсів.
3. Виходячи з того, що звичайне планове завдання дорівнює середньому попиту на кожний вид продукції зробити порівняльну таблицю з оптимальним планом і показати вплив оптимізації на основні економічні показники підприємства.

Функція цілі – максимум випуску товарної продукції за наявними ресурсами: $F(X) \rightarrow \max$.

Варіанти асортименту обрати за варіантом з таблиці 3.2.

Таблиця 3.1

№ п/п	Вид продукції	Оптова ціна грн./дал	Собівар тість, грн./дал	Зв'язуючий коєф.	Норма витрат сировини, кг/тис.дал					Попит, тис.дал	
					Солод	Хміль	Січка рисова	Цукор	Борошно ячмінне	мінімум	максимум
1	Оболонь, світле	13,80	10,50	1,13	1352	32,8	0	99,2	201,6	2000	2300
2	Оболонь, оксамит	14,20	11,80	1,20	1365	35,6	0	102,6	275,3	1500	1800
3	Ячмінний колос	11,90	9,90	1,13	1365	31,8	0	55,6	260,9	430	520
4	Наддніпрянське	11,45	10,08	1,11	1280	29,6	0	59,8	248,7	750	680
5	Новомосковське	10,74	9,86	1,13	1265	28,5	0	53,1	233,6	210	250
6	Голосіївське	10,22	9,11	1,13	1212	26,5	0	51,1	214,9	190	250
7	Київське	10,65	9,15	1,00	1150	21,9	188,4	94,1	0	110	150
8	Слов'янське	9,80	8,40	1,00	1189	20,2	266,8	49,8	0	140	200
9	Чернігівське	9,40	8,90	1,00	1123	20,4	173,9	59,3	173,9	50	80
10	Оболонь, фірмове	14,50	12,35	1,25	1601	43,5	0	104,8	328,6	1200	1600

Таблиця 3.2

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
Варіант 1	1	2	3	4	5	6
Варіант 2	7	8	9	10	1	2
Варіант 3	3	4	5	6	7	8
Варіант 4	9	10	1	2	3	4
Варіант 5	5	6	7	8	9	10
Варіант 6	2	3	4	5	6	7
Варіант 7	8	9	10	1	2	3
Варіант 8	4	5	6	7	8	9
Варіант 9	10	1	2	3	4	5
Варіант 10	6	7	8	9	10	1

Потужність обладнання обрати за варіантом з таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Варіант 1	4000 тис. дал/рік
Варіант 2	6000 тис. дал/рік
Варіант 3	8000 тис. дал/рік
Варіант 4	10000 тис. дал/рік
Варіант 5	12000 тис. дал/рік
Варіант 6	14000 тис. дал/рік
Варіант 7	16000 тис. дал/рік
Варіант 8	8000 тис. дал/рік
Варіант 9	4000 тис. дал/рік
Варіант 10	6000 тис. дал/рік

Приклад виконання лабораторної роботи

Задача. В таблиці 3.4 наведено перелік з 4-х видів продукції, що складають асортимент пивзаводу.

Потрібно:

1. Побудувати модель оптимального плану підприємства в табличному і аналітичному вигляді.
2. Провести розрахунки на ПК і отримати інформацію по оптимальному асортименту при максимальному використанні всіх видів ресурсів.
3. Зробити порівняльну таблицю з оптимальним планом і показати вплив оптимізації на основні економічні показники підприємства.

Функція цілі – максимум випуску товарної продукції за наявними ресурсами: $F(X) \rightarrow \max$.

Потужність обладнання – 8000 тис. дал/рік.

Таблиця 3.4

№ п/п	Вид продукції	Оптова ціна, у.о./дал	Собівар тість, у.о./дал	Зв'язуючий коефіцієнт за обладнанням	Норма витрат сировини, кг/тис. дал					Попит, тис дал/рік	
					Солод, т/тис.дал	Хміль	Січка рисова	Цукор	Борошно ячмінне	мінімум	макси мум
1	Жигулівське ємкісне	1,44	1,149	1	1,352	21,85	–	54,3	338,1	2000	2300
2	Жигулівське пляш- кове пастеризоване	2,94	1,917	1,23	1,383	22,3	–	55,1	345,7	70	90
3	Київське пляшкове	2,9	1,896	1,18	1,601	32,45	188,4	94,1	–	100	400
4	Слав'янське пляшко- ве	2,84	2,055	1,14	1,586	43,46	266,8	34,3	–	50	150
Ресурси та показники на весь асортимент		4340,2	3303,21	8000	3576,29	61220	73780	148108	754571		

Розв'язання.

1. Базовий випуск продукції: $ТП = \text{Оптова ціна} \cdot \frac{\min + \max}{2}$

$$\frac{2000 + 2300}{2} = 2150; \quad \frac{70 + 90}{2} = 80; \quad \frac{100 + 400}{2} = 250; \quad \frac{50 + 150}{2} = 100.$$

1) $1,44 \cdot 2150 = 3096;$

2) $2,94 \cdot 80 = 235,2;$

3) $2,9 \cdot 250 = 725;$

4) $2,84 \cdot 100 = 284;$

$\Sigma ТП = 4340,2$ (тис. у.о./рік).

2. Питомий прибуток = оптова ціна – с/в

1) $1,44 - 1,149 = 0,291;$

2) $2,94 - 1,917 = 1,023;$

3) $2,90 - 1,896 = 1,004;$

4) $2,84 - 2,055 = 1,785;$

Σ питомого прибутку = $0,921 \cdot 2150 + 1,023 \cdot 80 + 1,004 \cdot 250 + 0,785 \cdot 100 = 1036,99$ (тис.грн./рік).

3. Собівартість:

1) $1,149 \cdot 2150 = 2470,35;$

2) $1,917 \cdot 80 = 153,36;$

3) $1,896 \cdot 250 = 474;$

4) $2,055 \cdot 100 = 205,5;$

Σ с/в = 3303,21 (тис.у.о./рік).

4. Запаси за сировиною.

Солод (т):

1) $1,352 \cdot 2150 = 2906,8;$

2) $1,383 \cdot 80 = 110,64;$

3) $1,601 \cdot 250 = 400,25;$

4) $1,586 \cdot 100 = 158,6;$

Загальний запас по солоду = 3576,29 (т).

Хміль (т):

1) $21,85 \cdot 2150 = 46977,5;$

2) $22,3 \cdot 80 = 1784;$

3) $32,45 \cdot 250 = 8112,5;$

4) $43,46 \cdot 100 = 4346;$

Загальний запас хмелю = 61220 (т).

Січка (т):

3) $188,4 \cdot 250 = 47100;$

4) $266,8 \cdot 100 = 26680;$

Загальний запас січки = 73780 (т).

Цукор (т):

1) $54,3 \cdot 2150 = 116745;$

2) $55,1 \cdot 80 = 4408;$

3) $94,1 \cdot 250 = 23525;$

4) $34,3 \cdot 100 = 3430;$

Загальний запас по цукру = 148108 (т).

Борошно (т):

1) $338,1 \cdot 2150 = 726915$;

2) $345,7 \cdot 80 = 27656$;

Загальний запас борошна = 754571 (т).

Функція цілі – максимум випуску товарної продукції за наявними ресурсами: $F(X) = 1,44x_1 + 2,94x_2 + 2,9x_3 + 2,84x_4 \rightarrow \max$

Обмеження:

1. За продуктивністю обладнання: $x_1 + 1,23x_2 + 1,18x_3 + 1,14x_4 \leq 8000$

2. За питомим прибутком:

$0,291x_1 + 1,023x_2 + 1,004x_3 + 0,785x_4 \geq 1036,99$

3. За собівартістю продукції:

$1,149x_1 + 1,917x_2 + 1,896x_3 + 2,055x_4 \leq 3303,21$

4. За сировиною:

а) по солоду: $1,352x_1 + 1,383x_2 + 1,601x_3 + 1,586x_4 \leq 3578,29$

б) по хмелю: $21,85x_1 + 22,3x_2 + 32,45x_3 + 43,46x_4 \leq 61220$

в) по січці: $188,4x_3 + 266,8x_4 \leq 73780$

г) по цукру: $54,3x_1 + 55,1x_2 + 94,1x_3 + 34,3x_4 \leq 148108$

д) по борошну: $338,1x_1 + 345,7x_2 \leq 754571$

5. За попитом:

$2000 \leq x_1 \leq 2300$; $70 \leq x_2 \leq 90$; $100 \leq x_3 \leq 400$; $50 \leq x_4 \leq 150$

На базі аналітичної форми складаємо матрицю коефіцієнтів і функцію цілі (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Цільова функція та обмеження	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	Обмеження	
					Знак	Величина
Цільова функція	1,44	2,94	2,9	2,84	→ max	
Обмеження:						
1. За обладнанням	1	1,23	1,18	1,14	≤	8000
2. За питомим прибутком	0,291	1,023	1,004	0,785	≥	1036,99
3. За собівартістю	1,149	1,917	1,896	2,055	≤	3303,21
4. За сировиною:						
по солоду	1,352	1,383	1,601	1,586	≤	3578,29
по хмелю	21,85	22,3	32,45	43,46	≤	61220
по січці	0	0	188,4	266,8	≤	73780
по цукру	54,3	55,1	94,1	34,3	≤	148108
по борошну	338,1	345,7	0	0	≤	754571
5. За попитом:						
Жигулівське ємкісне	1				≥	2000
	1				≤	2300
Жигулівське пляшкове пастеризоване		1			≥	70
		1			≤	90
Київське пляшкове			1		≥	100
			1		≤	400
Слов'янське пляшкове				1	≥	50
				1	≤	150

Зведена таблиця результатів моделювання оптимальної виробничої програми – табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Показники	Одиниці виміру	До оптимізації	Після оптимізації	Відхилення	
				Абс. (+) зб. (-) зм.	%
1. Випуск всього	тис. дал	2580	2572,638	-7,362	-0,29
в т.ч. Жигулівське ємкісне	-“-	2150	2130,503	-19,497	-0,91
Жигулівське пляшкове пастеризоване	-“-	80	90	10	12,50
Київське пляшкове	-“-	250	257,265	7,265	2,91
Слов'янське пляшкове	-“-	100	94,87	-5,13	-5,13
2. Товарна продукція	тис. у.о.	4340,2	4348,023	7,823	0,18
3. За собівартістю	тис. у.о.	3303,21	3303,21	0	0
4. Потреби в сировині:					
по солоду	т	3578,29	3567,25	-11,04	-0,31
по хмелю	кг	61220	61029,78	-190,22	-0,31
по січці	кг	73780	73780	0	0
по цукру	кг	148108	148108	0	0
по борошну	кг	754571	751436,06	-3134,94	-0,42
5. Прибуток від реалізації	тис.у.о.	1036,99	1044,813	7,823	0,75
6. Витрати на 1 грн. товарної продукції	грн./грн.	0,76	0,75970	-0,00137	-0,18
7. Рентабельність	%	31,39	31,63	0,24	—

Висновки.

За результатами оптимізації виробничої програми оптимальне використання ресурсів досягається за умови зменшення випуску продукції в натуральному вигляді на 7,362 тис. дал за рахунок зменшення випуску пива Жигулівського ємкісного на 19,497 тис. дал та Слов'янського пляшкового на 5,15 тис. дал, а також збільшення випуску пива Жигулівське пляшкове пастеризоване на 10 тис. дал та Київського пляшкового на 7,265 тис. дал. При цьому товарна продукція збільшиться на 7,823 тис. у.о. (на 0,18%). В результаті оптимального використання сировини зменшаться витрати солоду на 11,04 т (0,31%), хмелю на 190,22 кг (0,31%), а також борошна на 3134,94 кг (0,42%). Прибуток від реалізації пива збільшиться на 7,823 тис. у.о. (на 0,75%). Витрати на 1 грн. товарної продукції зменшаться на 0,18%. Рентабельність збільшиться на 0,24 п.п.

Лабораторна робота № 4

Розрахунок оптимальної виробничої програми цеху

Задача. У карамельному цеху випускають декілька видів продукції (табл. 4.1). Продуктивність ліній визначається по варочному апарату. Кількість варильних апаратів – 2.

Задано: оптова ціна, собівартість продукції і попит, річна продуктивність апаратів по карамелі.(табл. 4.1, 4.2).

Таблиця 4.1.

Вихідні дані для побудови робочої моделі

Показники	Один. виміру	Вид карамелі								
		Апельсин	Фрукт.- ягідний дисерт	Десертна	Яблуко	Абрикос	Вікторія	Слива	Лимон	Малина
1. Оптимальний випуск продукції	т	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
2. Базовий випуск	т	73,1	90,17	70,4	87,2	82,03	90,1	89,1	82,1	84,3
3. Оптова ціна 1 т	грн.	1958,33	2546,26	2175	2175	2100	2166,67	1815	2178	2136
4. Собівартість 1 т	грн.	1680	2121,89	1591,79	1828,3	1700	1600	1570	1836,6	1945,63

Таблиця 4.2.

Потреба у сировині, кг/т карамелі

[illegible]

Потрібно:

1. Розрахувати обсяг ресурсів на свій асортимент (табл. 4.2).
 2. Побудувати модель оптимального річного плану підприємства у загальному вигляді по критерію оптимізації – **максимальний прибуток**.
 3. За допомогою отриманих нерівностей чи рівнянь побудувати та записати матрицю коефіцієнтів і функцію цілі.
 4. Вирішити задачу за допомогою табличного процесора Microsoft Excel.
 5. Заповнити вихідну таблицю та дати економічний аналіз.
- Згідно варіанту завдання обрати продуктивність ліній з таблиці 4.3. Обрати обмеження за попитом з таблиці 4.4.

Таблиця 4.3

	Продуктивність ліній (т/рік)	
	Лінія 1	Лінія 2
Варіант 1	1075	1075
Варіант 2	1075	1000
Варіант 3	1000	800
Варіант 4	800	2150
Варіант 5	1075	800
Варіант 6	1075	2150
Варіант 7	1000	2150
Варіант 8	800	1075
Варіант 9	800	1075
Варіант 10	2150	1000

Таблиця 4.4.

Обмеження за попитом (т/рік)

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
--	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Парні варіанти:

max	89	110	80	99	102	99	104	105	114
min	59	71	51	80	67	74	66	67	72

Непарні варіанти:

max	107	132	96	119	122	119	125	126	137
min	89	110	80	99	102	99	104	105	114

Приклад виконання лабораторної роботи**Послідовність розв'язування задачі «Оптимізація виробничої програми карамельного цеху»**

Однією з основних задач планування виробництва є розрахунок оптимального плану випуску продукції з урахуванням основних факторів, які впливають на його обсяг. Вирішення оптимізаційної задачі розподіляється на три етапи: побудування економіко-математичної моделі; знаходження оптимального розв'язку задачі; аналіз результатів розв'язку.

Асортиментні задачі на кондитерських фабриках являють собою групу задач, в яких визначають виробничу програму фабрики з урахуванням впливу на підприємства внутрішніх факторів (можливостей обладнання, лімітів сировини, трудових чинників) та деяких зовнішніх вимог (за товарною продукцією в цілому чи окремими її асортиментними групами та видами, середньою ціною асортименту, який випускається).

В задачі необхідно оптимізувати виробничу програму підприємства за критерієм максимального прибутку від реалізації продукції; відповідно мова піде про підвищення рентабельності виробництва та зниження собівартості.

Для побудування абстрактної економіко-математичної моделі асортиментної задачі введемо слідуєчі умовні позначення:

j – індекс виду продукції, що випускається;

$j = 1, 2, \dots, n$ – кількість видів продукції, що випускається;

x_j – оптимальний випуск продукції j -того виду;

i – індекс виду ведучого обладнання;

$i = 1, 2, \dots, m$ – кількість одиниць ведучого обладнання;

a_{ij} – зв'язуючий коефіцієнт обмеження за обладнанням, що визначає норму витрат часу роботи обладнання i -го виду на випуск одиниці продукції j -го виду;

A_i – потужність обладнання i -го виду за плановий період (рік);

B – собівартість продукції звітного чи планового року;

B_j – питома собівартість j -го виду продукції;

D'_j, D_j – границя попиту на продукцію j -го виду, відповідно верхня і нижня;

P_j – питомий прибуток від реалізації одиниці продукції j -го виду;

S_j – оптово-відпускна ціна одиниці продукції j -го виду (діюча);

S – вартість порівняльної товарної продукції звітного чи планового року.

Цільова функція має наступний вигляд:

$$F(x) = \sum_{j=1}^n P_j x_j \rightarrow \max.$$

При обмеженнях:

1. За ведучим обладнанням:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq A_i; \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

2. За випуском товарної продукції:

$$\sum_{j=1}^n S_j x_j \geq S; \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

3. За попитом на окремі види продукції:

$$x_j \leq D'_j, \quad j = 1, 2, \dots, n,$$

$$x_j \leq D_j, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

4. За собівартістю продукції:

$$\sum_{j=1}^n B_j x_j \leq B; \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

5. Умова невід'ємності змінних:

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Робоча модель задачі

Вихідні дані для побудування робочої моделі маємо в таблиці 4.5. Грошові витрати на сировину для виробництва асортиментів карамелі маємо в таблиці 4.6. Річна продуктивність лінії в таблиці 4.7.

1. Цільова функція – отримати максимальний прибуток від випуску карамелі при визначених обмеженнях за продуктивністю обладнання, собівартості, попиту, загальному випуску.

$$F(x) = 278,33x_1 + 424,37x_2 + 583,21x_3 + 346,7x_4 + 400x_5 + 566,67x_6 + 245x_7 + 341,4x_8 + 190,37x_9 \rightarrow \max$$

2. Обмеження:

1) За ведучим обладнанням:

$$A_1 = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 \leq 4230$$

2) За випуском товарної продукції:

$$A_2 = 1958,33x_1 + 2546,26x_2 + 2175x_3 + 2175x_4 + 2100x_5 + 2166,7x_6 + 1815x_7 + 2178x_8 + 2136x_9 \geq 1603605,25$$

3) За собівартістю продукції:

$$A_3 = 1680x_1 + 2121,89x_2 + 1591,79x_3 + 1828,3x_4 + 1700x_5 + 1600x_6 + 1570x_7 + 2178x_8 + 2136x_9 \leq 1323928,07$$

4) За максимальним та мінімальним попитом:

$A_4 = x_1 \leq 89$	$A_5 = x_1 \geq 59$
$A_6 = x_2 \leq 110$	$A_7 = x_2 \geq 71$
$A_8 = x_3 \leq 80$	$A_9 = x_3 \geq 51$
$A_{10} = x_4 \leq 99$	$A_{11} = x_4 \geq 80$
$A_{12} = x_5 \leq 102$	$A_{13} = x_5 \geq 67$
$A_{14} = x_6 \leq 67$	$A_{15} = x_6 \geq 74$
$A_{16} = x_7 \leq 104$	$A_{17} = x_7 \geq 66$
$A_{18} = x_8 \leq 105$	$A_{19} = x_8 \geq 67$
$A_{20} = x_9 \leq 114$	$A_{21} = x_9 \geq 72$

5) За випуском продукції:

$$A_{22} = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 \geq 748,5$$

6) За фінансовими можливостями:

$$A_{23} = 831,63x_1 + 851,75x_2 + 860,27x_3 + 868,17x_4 + 890,02x_5 + 847,93x_6 + 890,05x_7 + 836,76x_8 + 830,88x_9 \leq 641314,28$$

Для реалізації задачі на ПК будемо робочу матрицю (табл. 4.8), використовуючи вище наведену робочу модель.

Таблиця 4.5

Вихідні дані для побудови робочої моделі

Показники	Один. виміру	Вид карамелі									Напрямок	Всього
		Апельсин	Фрукт.- ягідний десерт	Десертна	Яблуко	Абрикос	Вікторія	Слива	Лимон	Малина		
1. Оптимальний випуск продукції	т	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉		
2. Базовий випуск	т	73,1	90,17	70,4	87,2	82,03	90,1	89,1	82,1	84,3	≥	748,5
3. Оптова ціна	грн.	1958,33	2546,26	2175	2175	2100	2166,67	1815	2178	2136	≥	1603605,25
4. Собівартість 1 т	грн.	1680	2121,89	1591,79	1828,3	1700	1600	1570	1836,6	1945,63	≤	1323928,07
5. Питомий прибуток 1т	грн.	278,33	424,37	583,21	346,7	400	566,67	245	341,4	190,37	→	max
6. Грошові витрати на сировину	тис. грн.	831,63	851,75	860,27	868,17	890,02	847,93	890,05	836,76	830,88	≤	641314,28
7. Попит max	т/рік	89	110	80	99	102	99	104	105	114		
min	т/рік	59	71	51	80	67	74	66	67	72		
8. Товарна продукція	тис. грн.	143,15	229,60	153,12	189,66	172,26	195,22	161,72	178,81	180,06	≥	1603,605

Таблиця 4.6

Потреба у сировині, кг/т карамелі

Показники	Вид карамелі									Ціна 1 т сировини, грн.
	Апельсин	Фрукт.- ягідний десерт	Десертна	Яблуко	Абрикос	Вікторія	Слива	Лимон	Малина	
Цукор-пісок	633,72	637,79	640,37	643,31	643,18	645,3	643,18	637,69	615,67	750
Патока в/г	317,82	320,75	322,17	321,66	323,95	324,53	324,14	319,81	309,99	153
Пюре фруктове	153,07	163,65	164,72	165	180,98	165,58	180,98	154,03	161,46	1800
Есенція	0,96	0,95	0,96	0,96	0,96	0	0,96	0,96	0,92	14400
Кислота молочна 40% кр.	6,03	6	6,03	6,04	6,07	6,07	6,07	6,07	5,5	1980
Кислота лимонна	3,06	2	4,02	6,52	3,08	2,02	3,08	3,08	3,3	2100
Вартість сировини на 1 т (тис.грн/т)	831,63	851,75	860,27	868,17	890,02	847,93	890,05	836,76	830,88	–

Таблиця 4.7

Річна продуктивність ліній

[illegible]

Таблиця 4.8

Робоча матриця

Показники	Вид карамелі									Обмеження	
	Апельсин	Фрукт. - ягідн. де- серт	Десертна	Яблуко	Абрикос	Вікторія	Слива	Лимон	Малина	знак	величина
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉		
Функція цілі	278,33	424,37	583,21	346,7	400	566,67	245	341,4	190,37	→	max

Обмеження:

1	За обладнанням	1	1	1	1	1	1	1	1	1	≤	4230
2	Товарна продукція	1958,33	2546,26	2175	2175	2100	2166,7	1815	2178	2136	≥	1603605,25
3	Собівартість	1680	2121,89	1591,79	1828,3	1700	1600	1570	1836,6	1945,6	≤	1323928,07
4	За попитом	1									≤	89
5		1									≥	59
6			1								≤	110
7			1								≥	71
8				1							≤	80
9				1							≥	51

Продовження таблиці 4.8

		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	знак	величина
10					1						≤	99
11					1						≥	80
12						1					≤	102
13						1					≥	67
14							1				≤	99
15							1				≥	74
16								1			≤	104
17								1			≥	66
18									1		≤	105
19									1		≥	67
20										1	≤	114
21										1	≥	72
22	Випуск продукції	1	1	1	1	1	1	1	1	1	≥	748,5
23	За фінансовими можливостями	831,63	851,75	860,27	868,17	890,02	847,93	890,05	836,76	830,88	≤	641314,28

Послідовність розв'язування задачі «Оптимізація виробничої програми карамельного цеху» за допомогою табличного процесора Microsoft Excel.

I.

1. Створюємо таблиці похідних даних (рис. 4.4) де розраховуємо питомий прибуток, товарну продукцію, потребу і вартість сировини.

М9		=СУММПРОИЗВ(D\$6:L\$6;D9:L9)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2		Таблиця 1. <i>Вихідні дані для побудови робочої моделі</i>											
3		Показники	Один.вим.	Вид карамелі									Всього
4				Апельси н	Фрукт- ягідний десерт	Десертна	Яблуко	Абрикос	Вікторія	Слива	Лимон	Малина	
5		1.Шукаємий випуск продукції	т	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	
6		2.Базовий випуск	т	73,1	90,17	70,4	87,2	82,03	90,1	89,1	82,1	84,3	748,5
7		3.Оптова ціна	грн.	1958,3	2546,26	2175	2175	2100	2166,67	1815	2178	2136	1603605,25
8		4. Собівартість 1 т	грн.	1680	2121,89	1591,79	1828,3	1700	1600	1570	1836,6	1945,63	1323928,07
9		5.Питомий прибуток 1 т	грн.	278,33	424,37	583,21	346,7	400	566,67	245	341,4	190,37	279677
10		6.Грошові витрати на сировину	тис.грн.	831,63	851,75	860,27	868,17	890,02	847,93	890,05	836,76	830,88	641314,28
11		7.Попит											
12		max	т/рік	89	110	80	99	102	99	104	105	114	
13		min	т/рік	59	71	51	80	67	74	66	67	72	
14		Товарна продукція	тис.грн.	143,15	229,60	153,12	189,66	172,26	195,22	161,72	178,81	180,06	1603,61
15													
16		Таблиця 2. <i>Потреба у сировині, кг/т карамелі</i>											
17		Показники		Вид карамелі								Ціна 1 т сировини, грн.	
18				Апельси н	Фрукт- ягідний десерт	Десертна	Яблуко	Абрикос	Вікторія	Слива	Лимон		Малина
19		Цукор-пісок		633,72	637,79	640,37	643,31	643,18	645,3	643,18	637,69	615,67	750
20		Патока в/г		317,82	320,75	322,17	321,66	323,95	324,53	324,14	319,81	309,99	153
21		Пюре фруктове		153,07	163,65	164,72	165	180,98	165,58	180,98	154,03	161,46	1800
22		Есенція		0,96	0,95	0,96	0,96	0,96	0	0,96	0,96	0,92	14400
23		Кислота молочна 40% кр.		6,03	6	6,03	6,04	6,07	6,07	6,07	6,07	5,5	1980
24		Кислота лимонна		3,06	2	4,02	6,52	3,08	2,02	3,08	3,08	3,3	2100
25		Вартість сировини (на 1 т)	тис.грн/т	831,63	851,75	860,27	868,17	890,02	847,93	890,05	836,76	830,88	-
26													
27		Таблиця 3. <i>Річна продуктивність ліній</i>											
28				Апельси н	Фрукт- ягідний десерт	Десертна	Яблуко	Абрикос	Вікторія	Слива	Лимон	Малина	Річна потужність, т
29		Лінія 1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	4230
30													

Рис. 4.4

Розраховуємо за формулами питомий прибуток 1 т продукції, товарну продукцію. Грошові витрати на сировину розраховуємо в таблиці 2 і робимо посилення з **таблиці 1** на підсумковий рядок **таблиці 2**.

2. Запишемо задачу лінійного програмування в аналітичному вигляді:

$$F(x) = 278,33x_1 + 424,37x_2 + 583,21x_3 + 346,7x_4 + 400x_5 + 566,67x_6 + 245x_7 + 341,4x_8 + 190,37x_9 \rightarrow \max \quad (4.1)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 \leq 4230, \quad (4.2)$$

$$143,15x_1 + 229,60x_2 + 153,12x_3 + 189,66x_4 + 172,26x_5 + 195,22x_6 + 161,72x_7 + 178,81x_8 + 180,06x_9 \geq 1603,605, \quad (4.3)$$

$$1680x_1 + 2121,89x_2 + 1591,79x_3 + 1828,3x_4 + 1700x_5 + 1600x_6 + 1570x_7 + 2178x_8 + 2136x_9 \leq 1323928,07, \quad (4.4)$$

$$x_1 \leq 89; \quad x_1 \geq 59;$$

$$x_2 \leq 110; \quad x_2 \geq 71;$$

$$x_3 \leq 80; \quad x_3 \geq 51;$$

$$x_4 \leq 99; \quad x_4 \geq 80;$$

$$x_5 \leq 102; \quad x_5 \geq 67;$$

$$x_6 \leq 67; \quad x_6 \geq 74;$$

$$x_7 \leq 104; \quad x_7 \geq 66;$$

$$x_8 \leq 105; \quad x_8 \geq 67;$$

$$x_9 \leq 114; \quad x_9 \geq 72. \quad (4.5)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 \geq 748,5, \quad (4.6)$$

$$831,63x_1 + 851,75x_2 + 860,27x_3 + 868,17x_4 + 890,02x_5 + 847,93x_6 + 890,05x_7 + 836,76x_8 + 830,88x_9 \leq 641314,28 \quad (4.7)$$

3. Для рішення задачі на аркуші **Microsoft Excel** створюємо «Базовий варіант» (рис. 4.5).

A1														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1														
2	Таблиця 1 Вихідні дані для побудови робочої моделі													
3	Показники	Один. вим.	Вид карамелі									Всього	Напрямок	Базовий варіант
4			Апельсин	Фрукт.-агідний десерт	Десертна	Яблуко	Абрикос	Вікторія	Слива	Лимон	Малина			
5	1.Шукаємий випуск продукції	т	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9			
6	2.Базовий випуск	т	73,1	90,17	70,4	87,2	82,03	90,1	89,1	82,1	84,3	748,5	≥	748,5
7	3.Оптова ціна	грн.	1958,33	2546,26	2175	2175	2100	2166,67	1815	2178	2136	1603605,25		1603605,25
8	4. Собівартість 1 т	грн.	1680	2121,89	1591,79	1828,3	1700	1600	1570	1836,6	1945,63	1323928,07	≤	1323928,07
9	5.Питомий прибуток 1 т	грн.	278,33	424,37	583,21	346,7	400	566,67	245	341,4	190,37	279677,19		279677,19
10	6.Грошові витрати на сировину	тис.грн.	831,63	851,75	860,27	868,17	890,02	847,93	890,05	836,76	830,88	641314,28	≤	641314,28
11	7.Попит													
12	max	т/рік	89	110	80	99	102	99	104	105	114			
13	min	т/рік	59	71	51	80	67	74	66	67	72			
14	Товарна продукція	тис.грн.	143,154	229,596	153,12	189,66	172,263	195,217	161,717	178,814	180,065	1603,61	≥	1603,61
15	Річна продуктивність ліній													
16			Апельсин	Фрукт.-агідний десерт	Десертна	Яблуко	Абрикос	Вікторія	Слива	Лимон	Малина	Річна потужність, т	Напрямок	Базовий варіант
17	Лінія 1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	748,5	≤	4230
18														
19														
20														
21														
22														

Рис. 4.5

В комірки електронних таблиць заносимо вихідні дані: базовий випуск, оптову ціну, максимальний та мінімальний попит.

Цільова функція (4.1) і обмеження (4.2 – 4.7) у вигляді формул заносяться у комірки колонки «**Всього**» (рис. 4.6, 4.7 та 4.8).

В останню колонку за допомогою «Спеціальної вставки» вставляємо копію колонки «Всього» для аналізу результатів розрахунку.

M13		fx													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Таблиця 1														
2			Вихідні дані												
3															
4		Показники	Одін. вип.	Вид карамелі								Всього	Напрямок	Базовий варіант	
5	Апельсин			Фрукт.-ягід. Десерт	Десертна	Яблуко	Абрикос	Вікторія	Слива	Лімон	Малина				
6	1.Шукаємий випуск продукції			x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8				x9
7	2.Базовий випуск	т	73,1	90,17	70,4	87,2	82,03	90,1	89,1	82,1	84,3	=СУММ(D7:L7)	>=	748,5	
8	3.Оптова ціна	пр.	1958,33	2546,26	2175	2175	2100	2166,67	1815	2178	2136	=СУММПРОИЗВ(D\$7:L\$7;D8:L8)		1603605,25	
9	4. Собівартість 1 т	пр.	1680	2121,89	1591,79	1828,3	1700	1600	1570	1836,6	1945,63	=СУММПРОИЗВ(D\$7:L\$7;D9:L9)	<=	1323928,06	
10	5.Питомий прибуток 1 т	пр.	=D8-D9	=E8-E9	=F8-F9	=G8-G9	=H8-H9	=I8-I9	=J8-J9	=K8-K9	=L8-L9	=СУММПРОИЗВ(D\$7:L\$7;D10:L10)		279677,187	
11	6.Грошові витрати на сировину	тис.пр.	=D25	=E25	=F25	=G25	=H25	=I25	=J25	=K25	=L25	=СУММПРОИЗВ(D\$7:L\$7;D11:L11)	<=	641314,278	
12	7.Попит														
13	max	т/пр.	89	110	80	99	102	99	104	105	114				
14	min	т/пр.	59	71	51	80	67	74	66	67	72				
15	Товарна продукція	тис.пр.	=D8*D7/1000	=E8*E7/1000	=F8*F7/1000	=G8*G7/1000	=H8*H7/1000	=I8*I7/1000	=J8*J7/1000	=K8*K7/1000	=L8*L7/1000	=СУММ(\$D\$15:\$L\$15)	>=	1603,60525	

Рис. 4.6 Вихідні дані для побудови робочої моделі (формули розрахунку)

D16		Потреба у сировині, кг/т карамелі			
A	B	C	D	E	F
16	Таблиця 2		Потреба у сировині, кг/т карамелі		
17				Вид карамелі	
18	Показники		Апельсин	Фрукт-ягідний десерт	Десертна
19	Цукор-пісок		633,72	637,79	640,37
20	Патока в/г		317,82	320,75	322,17
21	Пюре фруктове		153,07	163,65	164,72
22	Есенція		0,96	0,95	0,96
23	Кислота молочна 40% кр.		6,03	6	6,03
24	Кислота лимонна		3,06	2	4,02
25	Вартість сировини (за 1 т)	тис.грн/т	=СУММПРОИЗВ(D19:D24;\$M\$21:\$M\$26)*1000	=СУММПРОИЗВ(E19:E24;\$M\$21:\$M\$26)*1000	=СУММПРОИЗВ(F19:F24;\$M\$21:\$M\$26)*1000

D16		Потреба у сировині, кг/т карамелі			
G	H	I	J		
16					
17					
18	Яблуко	Абрикос	Вікторія	Слива	
19	643,31	643,18	645,3	643,18	
20	321,66	323,95	324,53	324,14	
21	165	180,98	165,58	180,98	
22	0,96	0,96	0	0,96	
23	6,04	6,07	6,07	6,07	
24	6,52	3,08	2,02	3,08	
25	=СУММПРОИЗВ(G19:G24;\$M\$21:\$M\$26)*1000	=СУММПРОИЗВ(H19:H24;\$M\$21:\$M\$26)*1000	=СУММПРОИЗВ(I19:I24;\$M\$21:\$M\$26)*1000	=СУММПРОИЗВ(J19:J24;\$M\$21:\$M\$26)*1000	

D16		Потреба у сировині, кг/т карамелі			
K	L	M	N		
16					
17					
18	Лімон	Малина	Ціна 1 т сировини, грн.		
19	637,69	615,67	750		
20	319,81	309,99	153		
21	154,03	161,46	1800		
22	0,96	0,92	14400		
23	6,07	5,5	1980		
24	3,08	3,3	2100		
25	=СУММПРОИЗВ(K19:K24;\$M\$21:\$M\$26)*1000	=СУММПРОИЗВ(L19:L24;\$M\$21:\$M\$26)*1000	-		

Рис. 4.7 Потреба у сировині, кг/т карамелі (формули розрахунку)

C28		Річна продуктивність ліній													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
28		Таблиця 3	Річна продуктивність ліній												
29				Апельсин	Фрукт-ягідний десерт	Дісертта	Яблуко	Афрікос	Вікторія	Слива	Лімон	Малина	Річна потужність, т	Напруження	Базовий варіант
30		Лінія 1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	=СУММПРОИЗВ(D30:L30;D7:L7)	< =	4230
31															
32															
33															

Рис. 4.8. Річна продуктивність ліній (формули розрахунку)

II.

Після введення формул всіх обмежень і цільової функції для розв'язання задачі лінійного програмування за допомогою табличного процесора Microsoft Excel потрібно виконати такі дії:

1. Створити новий лист – «Оптимізація» і скопіювати в нього лист «Базовий варіант».

Можна створити лист «Оптимізація» за допомогою наступної операції: відкрити лист «Базовий варіант», натиснути кнопку **Ctrl** і мишкою потягнути за лист вправо й відпустити спочатку клавішу мишки, а потім кнопку **Ctrl**. Одержимо новий лист із назвою «Базовий варіант (2)», змінимо назву на «Оптимізація».

На листі «Оптимізація» проведемо обчислення для завдання.

2. В головному меню виберіть пункт «Сервис», далі – «Поиск решения» (рис. 4.9).

3.

The screenshot displays an Excel spreadsheet with the following structure:

- Table 1: Вихідні дані для побудови робочої моделі**

Показники	Один. вим.	Апельсин	Фрукт.-ягідний	Десертна	Яблуко	Абрикос	Вікторія	Слива	Лимон	Малина	Всього	Напрямок	Базовий варіант
1. Шукаємий випуск продукції	т	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9			
2. Базовий випуск	т	73,1	90,17	70,4	87,2	82,03	90,1	89,1	82,1	84,3	748,5	≥	748,5
3. Оптова ціна	грн.	1958,33	2546,26	2175	2175	2100	2166,67	1815	2178	2136	1603605,25		1603605,25
4. Собівартість 1 т	грн.	1680	2121,89	1591,79	1828,3	1700	1600	1570	1836,6	1945,63	1323928,07	≤	1323928,07
5. Питомий прибуток 1 т	грн.	278,33	424,37	583,21	346,7	400	566,67	245	341,4	190,37	279677,19		279677,19
6. Прошові витрати на сировину	тис. грн.	831,63	851,75	860,27	868,17	890,02	847,93	890,05	836,76	830,88	641314,28	≤	641314,28
7. Попит	т/рік	89	110	80	99	102	99	104	105	114			
max	т/рік	89	110	80	99	102	99	104	105	114			
min	т/рік	59	71	51	80	67	74	66	67	72			
Товарна продукція	тис. грн.	143,154	229,596	153,12	189,66	172,263	195,217	161,717	178,814	180,065	1603,61	≥	1603,61
- Table 3: Річна продуктивність ліній**

Лінія	Апельсин	Фрукт.-ягідний	Десертна	Яблуко	Абрикос	Вікторія	Слива	Лимон	Малина	Річна потужність, т	Напрямок	Базовий варіант
Лінія 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	748,5	≤	4230

The 'Поиск решения' dialog box is open, showing the following settings:

- Установить целевую ячейку: **\$M\$9**
- Равной: ☒ **максимальному значению** (Max)
- Изменяя ячейки: **\$D\$6:\$L\$6**
- Ограничения: (empty list)

Рис. 4.9

3. У поле «Установить целевую ячейку» введіть адресу або ім'я комірки, в якій знаходиться формула функції, що досліджується на екстремум. В нашому випадку ввести **\$M\$9**.

Щоб максимізувати значення цільової комірки шляхом зміни значень комірок невідомих змінних, які необхідно знайти встановіть перемикач «Равной» у положення **максимальному значенню (Max)**.

Щоб мінімізувати значення цільової комірки шляхом зміни значень комірок невідомих змінних, встановіть перемикач у положення **мінімальному значенню (Min)**.

Щоб знайти значення в цільовій комірці, яке дорівнює деякому числу

шляхом зміни значень комірок невідомих змінних, встановить перемикач у положення **«значенню»** і введіть у відповідне поле необхідне число.

В нашому випадку встановлюємо перемикач у положення **максимальному значенню (Max)**.

4. У поле **«Изменяя ячейки»** введіть імена чи адреси комірок шуканих невідомих змінних, розділяючи їх комами або за допомогою мишки вказати необхідні комірки. Допускається встановлення до 200 змінюваних комірок. В нашому випадку введемо **SD\$6:SL\$6**. Щоб автоматично знайти всі комірки, що впливають на цільову функцію, натисніть кнопку **«Предположить»**.

5. У поле **«Ограничения»** введіть всі обмеження, що накладаються на пошук розв'язку. Для цього натисніть кнопку **«Добавить»**. Відкриється вікно **«Добавление ограничения»** (рис. 4.10).

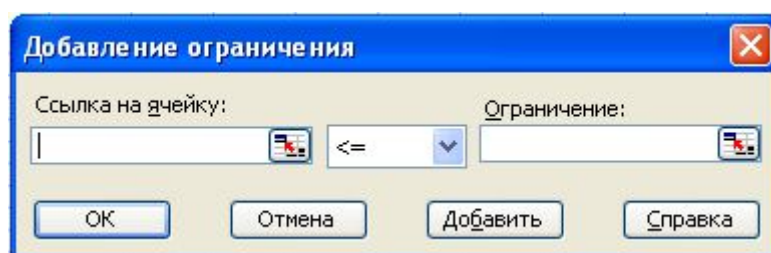


Рис. 4.10

У поле **«Ссылка на ячейку»** ввести комірку чи діапазон, на значення яких необхідно накласти обмеження. Поле **«Ограничение»** служить для завдання умови, що накладається на значення комірки чи діапазону, зазначеного в полі **«Ссылка на ячейку»**. Виберіть необхідний умовний оператор ($\leq$, $=$, $\geq$, цел або двоич) (рис. 4.11).

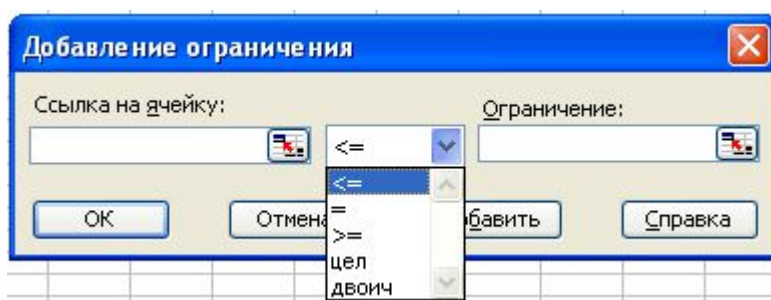


Рис. 4.11

Введіть обмеження – число, формулу, посилання на чи осередок діапазон – у поле праворуч від списку, що розкривається. Натисніть на кнопку **«Добавить»**, щоб, не повертаючись у вікно діалогу **«Параметры поиска решения»**, накласти нову умову на пошук розв'язку задачі. В нашому випадку потрібно ввести (рис. 4.12):

M9		=СУММПРОИЗВ(D\$6:L\$6;D9:L9)																	
		Вихідні дані для побудови робочої моделі													Таблиця 1				
Показники		Вид карамелі																	
		Апельсин	Фрукт-лимонний смак	Десертна	Яблуко	Абрикос	Вікторія	Слива	Лимон	Малина	Всього		Найменше	Базовий варіант					
1. Шукаємий випуск продукції	т	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉									
2. Базовий випуск	т	73,1	90,17	70,4	87,2	82,03	90,1	89,1	82,1	84,3	748,5		≥				748,5		
3. Оптова ціна	грн.	1958,3	2546,3	2175	2175	2100	2166,7	1815	2178	2136	1603605,25		≥				1603605,25		
4. Собівартість 1 т	грн.	1680	2121,9	1591,8	1828,3	1700	1600	1570	1836,6	1945,6	1323928,07		≤				1323928,07		
5. Питомий прибуток 1 т	грн.	278,33	424,37	583,21	346,7	400	566,67	245	341,4	190,37	279677,19		≥				279677,19		
6. Грошові витрати на сировину	тис.грн.	831,63	851,75	860,27	868,17	890,02	847,93	890,05	836,76	830,88	641314,28		≤				641314,28		
7. Попит																			
max	т/рік	89	110	80	99	102	99	104	105	114									
min	т/рік	59	71	51	80	67	74	66	67	72									
8. Товарна продукція	тис.грн.	143,15	229,6	153,12	189,66	172,26	195,22	161,72	178,81	180,06	1603,61		≥				1603,61		
		Річна продуктивність ліній															Таблиця 3		
		Апельсин	Фрукт-лимонний смак	Десертна	Яблуко	Абрикос	Вікторія	Слива	Лимон	Малина	Річна потужність, т		Найменше	Базовий варіант					
Лінія 1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	748,5		≤				4230		

Поиск решения

Установить целевую ячейку:

☒ максимальному значению

☐ значению:

☐ минимальному значению

Изменяя ячейки:

\$D\$13 <= \$D\$6

\$D\$6 <= \$D\$12

\$E\$13 <= \$E\$6

\$E\$6 <= \$E\$12

\$F\$13 <= \$F\$6

\$F\$6 <= \$F\$12

Добавить

Изменить

Удалить

Выполнить

Закреть

Параметры

Восстановить

Справка

Рис. 4.12

6. Натисніть кнопку «Виконати».

7. В результаті виконання програми повинно з'явитися повідомлення про коректність моделі і правильності розрахунків.

За допомогою цього діалогового вікна можна викликати звіти трьох типів: «Результати», «Устойчивість», «Пределъ» (рис. 4.13).

Результаты поиска решения

Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены.

☒ Сохранить найденное решение
 ☐ Восстановить исходные значения

Тип отчета

Результаты
 Устойчивость
 Пределы

ОК

Отмена

Сохранить сценарий...

Справка

Рис. 4.13

8. Щоб зберегти знайдений розв'язок, встановіть перемикач у діалоговому вікні «Результаты поиска решения» в положення «Сохранить найденное решение».

9. Отже, оптимальний розв'язок лінійної задачі програмування має вигляд:

$$x_1=59; x_2=89,87; x_3=80; x_4=80; x_5=100,65; x_6=99; \\ x_7=66; x_8=101,98; x_9=72; F(x)_{\max} = 290005,44.$$

10. Більш детальну інформацію по результатам оптимізації дозволяють отримати звіт по результатам, звіт по стійкості, звіт по границям.

Звіт за результатами

Звіт складається із трьох таблиць (рис. 4.14):

Таблиця 1 наводить відомості про цільову функцію.

У колонці «**Исходно**» наведені значення цільової функції до початку обчислень.

Таблиця 2 наводить значення шуканих змінних, отриманих в результаті рішення задачі.

Таблиця 3 показує результати оптимального рішення для обмежень і для граничних умов.

для графика и т.д. укажите:

A1		Microsoft Excel 11.0 Отчет по результатам						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Microsoft Excel 11.0 Отчет по результатам							
2	Рабочий лист: [Оптимізація карамель.XLS]Оптимізація							
3	Отчет создан: 17.05.2007 19:07:35							
4								
5								
6	Целевая ячейка (Максимум)							
7	Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат				
8	\$M\$9	грн. Всього	279677,19	290005,44				
9								
10								
11	Изменяемые ячейки							
12	Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат				
13	\$D\$6	т x1	73,1	59				
14	\$E\$6	т x2	90,17	89,87000085				
15	\$F\$6	т x3	70,4	80				
16	\$G\$6	т x4	87,2	80				
17	\$H\$6	т x5	82,03	100,651583				
18	\$I\$6	т x6	90,1	99				
19	\$J\$6	т x7	89,1	66				
20	\$K\$6	т x8	82,1	101,9784161				
21	\$L\$6	т x9	84,3	72				
22								
23								
24	Ограничения							
25	Ячейка	Имя	Значение	Формула	Статус	Разница		
26	\$M\$6	т Всього	748,5	\$M\$6>=\$O\$6	связанное	0		
27	\$M\$8	грн. Всього	1323928,07	\$M\$8<=\$O\$8	связанное	0		
28	\$M\$10	тис.грн. Всього	641314,28	\$M\$10<=\$O\$10	связанное	0		
29	\$M\$14	тис.грн. Всього	1613,93	\$M\$14>=\$O\$14	не связан	10,33		
30	\$M\$18	Линія 1 Річна потужність,	748,5	\$M\$18<=\$O\$18	не связан	3481,5		
31	\$D\$13	т/рік x1	59	\$D\$13<=\$D\$6	связанное	0		
32	\$E\$13	т/рік x2	71	\$E\$13<=\$E\$6	не связан	18,8700009		
33	\$F\$13	т/рік x3	51	\$F\$13<=\$F\$6	не связан	29		
34	\$G\$13	т/рік x4	80	\$G\$13<=\$G\$6	связанное	0		
35	\$H\$13	т/рік x5	67	\$H\$13<=\$H\$6	не связан	33,651583		
36	\$I\$13	т/рік x6	74	\$I\$13<=\$I\$6	не связан	25		
37	\$J\$13	т/рік x7	66	\$J\$13<=\$J\$6	связанное	0		
38	\$K\$13	т/рік x8	67	\$K\$13<=\$K\$6	не связан	34,9784161		
39	\$L\$13	т/рік x9	72	\$L\$13<=\$L\$6	связанное	0		
40	\$D\$6	т x1	59	\$D\$6<=\$D\$12	не связан	30		
41	\$E\$6	т x2	89,87000085	\$E\$6<=\$E\$12	не связан	20,1299991		
42	\$F\$6	т x3	80	\$F\$6<=\$F\$12	связанное	0		
43	\$G\$6	т x4	80	\$G\$6<=\$G\$12	не связан	19		
44	\$H\$6	т x5	100,651583	\$H\$6<=\$H\$12	не связан	1,34841695		
45	\$I\$6	т x6	99	\$I\$6<=\$I\$12	связанное	0		
46	\$J\$6	т x7	66	\$J\$6<=\$J\$12	не связан	38		
47	\$K\$6	т x8	101,9784161	\$K\$6<=\$K\$12	не связан	3,0215839		
48	\$L\$6	т x9	72	\$L\$6<=\$L\$12	не связан	42		
49								
14		Базовий варіант		Отчет по результатам		Отчет по устойчивости		

Рис. 4.14

Для **Обмежень** у графі «**Формула**» наведені залежності, які були введені в діалогове вікно «**Поиск решения**»; у графі «**Значение**» наведені величини використаного ресурсу; у графі «**Разница**» показана кількість невикористаного ресурсу. Якщо ресурс використовується повністю, то в графі «**Статус**» вказується «зв'язане»; при неповному використанні ресурсу в цій графі вказується «не зв'язаний».

Для **Граничних умов** приводяться аналогічні величини з тією лише різницею, що замість величини невикористаного ресурсу показана різниця між значенням змінної в знайденому оптимальному рішенні й заданим для неї граничною умовою.

Отже, у звіті по результатах порівнюються базовий і оптимальний обсяги виробництва. Тут вказані коефіцієнти цільової функції загалом до і після оптимізації, а також обмеження. Навпроти кожного обмеження є статус. Якщо статус зв'язаний, то це означає що ресурс вже використаний повністю і немає можливості збільшити його. Якщо статус не зв'язаний, то це означає що відповідного показника є більше, ніж потрібно, частина його не використана.

Звіт по стійкості

Звіт по стійкості (рис. 4.15) складається із двох таблиць.

6	Изменяемые ячейки						
7							
8	Ячейка	Имя	Результ. значение	Нормир. стоимость	Целевой Коэффициент	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
9	\$D\$6	т x1	59	0	278,33	22,5601936	1E+30
10	\$E\$6	т x2	89,8700009	0	424,37	43,0207005	66,4837040
11	\$F\$6	т x3	80	253,840877	583,21	1E+30	253,840877
12	\$G\$6	т x4	80	0	346,7	44,0964108	1E+30
13	\$H\$6	т x5	100,651583	0	400	236,314152	83,6873716
14	\$I\$6	т x6	99	255,688705	566,67	1E+30	255,688705
15	\$J\$6	т x7	66	0	245	128,348705	5,83915E+1
16	\$K\$6	т x8	101,978416	0	341,4	54,6793853	15,3136315
17	\$L\$6	т x9	72	0	190,37	163,845444	1E+30
18							
19	Ограничения						
20							
21	Ячейка	Имя	Результ. значение	Теневая Цена	Ограничение Правая часть	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
22	\$M\$6	т Всього	748,5	-1397,18	748,5	0,1182513	0,11008013
23	\$M\$8	грн. Всього	1323928,07	0,21	1323928,066	6516,49364	1361,06558
24	\$M\$10	тис.грн. Всього	641314,28	1,63	641314,2785	81,4922932	123,485029
25	\$M\$14	тис.грн. Всього	1613,93	0,00	1603,605254	10,3282488	1E+30
26	\$M\$18	Лінія 1 Річна потужність, т	748,5	0	4230	1E+30	3481,5
27	\$D\$13	т/рік x1	59	22,5601936	0	2,05102063	23,7429955
28	\$E\$13	т/рік x2	71	0	0	1E+30	18,8700008
29	\$F\$13	т/рік x3	51	0	0	1E+30	2
30	\$G\$13	т/рік x4	80	44,0964108	0	2,55906249	1
31	\$H\$13	т/рік x5	67	0	0	1E+30	33,6515830
32	\$I\$13	т/рік x6	74	0	0	1E+30	2
33	\$J\$13	т/рік x7	66	128,348705	0	1,21101491	30,2225278
34	\$K\$13	т/рік x8	67	0	0	1E+30	34,978416
35	\$L\$13	т/рік x9	72	163,845444	0	3,34994814	7,01756474
36							
37	Базовый вариант / Отчет по результатам / Отчет по устойчивости / Отчет по пределам						

Рис. 4.15

У таблиці 1 приводяться наступні значення для змінних:

результат рішення задачі;

нормована вартість, тобто додаткові двоїсті змінні V_j , які, показують, наскільки змінюється цільова функція при примусовому включенні одиниці цієї продукції в оптимальне рішення;

коефіцієнти цільової функції;

граничні значення приросту коефіцієнтів Δc_j цільової функції, при яких зберігається набір змінних, які входять в оптимальне рішення.

У таблиці 2 приводяться аналогічні значення для обмежень:

величина використаних ресурсів;
 тіньова ціна, тобто двоїсті оцінки z_i , які показують, як зміниться цільова функція при зміні ресурсів на одиницю;
 значення приросту ресурсів Δb_j , при яких зберігається оптимальний набір змінних, які входять в оптимальне рішення.

Задачі аналізу, які можна вирішувати за допомогою приведених величин Δc_j й Δb_j .

Коротко за звітом по стійкості:

показник нормована вартість, показує як зміниться цільова функція при примусовому випуску одиниці j -го виду продукції. Цей звіт показує, яка продукція є вигідною.

В нашому випадку є вигідним збільшення обсягів виробництва карамелі «Десертна» і «Вікторія».

Звіт по границям.

Цей звіт наведений на рис. 4.16. У ньому показано, у яких межах може змінюватися випуск продукції, що увійшла в оптимальне рішення, при збереженні структури оптимального рішення:

приводяться значення x_i в оптимальному рішенні;

приводяться нижні межі зміни значень x_i .

A1

Разрыв страницы

Excel 11.0 Отчет по пределам

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Microsoft Excel 11.0 Отчет по пределам								
2	Рабочий лист: [Оптимизация карамель.XLS]Отчет по пределам 2								
3	Отчет создан: 17.05.2007 19:07:35								
4									
5									
6	Целевое								
7	Ячейка	Имя	Значение						
8	\$M\$9	грн. Всего	290005,44						
9									
10									
11	Изменяемое			Нижний предел	Целевой результат	Верхний предел	Целевой результат		
12	Ячейка	Имя	Значение						
13	\$D\$6	т x1	59	59	290005,437	59	290005,437		
14	\$E\$6	т x2	89,8700009	89,8700009	290005,437	89,8700009	290005,437		
15	\$F\$6	т x3	80	80	290005,437	80	290005,437		
16	\$G\$6	т x4	80	80	290005,437	80	290005,437		
17	\$H\$6	т x5	100,651583	100,651583	290005,437	100,651583	290005,437		
18	\$I\$6	т x6	99	99	290005,437	99	290005,437		
19	\$J\$6	т x7	66	66	290005,437	66	290005,437		
20	\$K\$6	т x8	101,978416	101,978416	290005,437	101,978416	290005,437		
21	\$L\$6	т x9	72	72	290005,437	72	290005,437		
22									
23									
24									
25									
26									

Базовый вариант

Отчет по результатам

Отчет по устойчивости

Отчет по пределам

Оптимизация

Рис. 4.16

Крім цього, у звіті зазначені значення цільової функції при випуску даного типу продукції на нижній межі. Так, що

$$F = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + c_4 x_4 + c_5 x_5 + c_6 x_6 + c_7 x_7 + c_8 x_8 + c_9 x_9 = 290005,437$$

Далі приводяться верхні межі зміни X_i і значення цільової функції при випуску продукції, що увійшла в оптимальне рішення на верхніх межах.

Лабораторна робота № 5

Транспортна задача

Задача. Знайти оптимальний розв'язок транспортної задачі, якщо задані витрати на перевезення одиниці вантажу від постачальників A_1, A_2, A_3 до споживачів B_1, B_2, B_3, B_4 .

Запаси постачальників і потреби споживачів за даними таблиці 5.1.

I. Постановка транспортної задачі

Метою **транспортної задачі** є таке планування перевезень вантажу від постачальників до споживачів, щоб забезпечити мінімальні транспортні витрати.

Введемо позначення:

x_{ij} – змінні, які підлягають визначенню та виражають кількість вантажу, який перевозиться від i -го постачальника до j -го споживача ($i=1...m, j=1...n$);

c_{ij} – вартість перевезення одиниці вантажу від i -го постачальника до j -го споживача;

a_i – кількість одиниць вантажу у i -го постачальника;

b_j – кількість одиниць вантажу, яка потрібна j -му споживачу.

Транспортна задача може бути сформульована як частковий випадок задачі лінійного програмування і вирішена симплекс-методом.

Кількість одиниць вантажу у постачальників відповідає попиту з боку споживачів, що відображається в умові балансу

$$\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^n b_j. \quad (5.1)$$

Така економіко-математична модель транспортної задачі називається **закритою** та з урахуванням умови (5.1) вона має вид:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min; \quad (5.2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i (i = 1...m); \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j (j = 1...n); \quad (5.3)$$

$$x_{ij} \geq 0 (i = 1...m, j = 1...n). \quad (5.4)$$

Дана транспортна задача є **збалансованою**.

У наведених виразах формула (5.2) відповідає цільовій функції з мінімізації транспортних витрат. Формули (5.3) є обмеженнями задачі:

перша формула характеризує те, що весь вантаж від постачальників має бути вивезеним;

друга формула відтворює той факт, що попит споживачів задоволений.

Формула (5.4) є умовою невід'ємності змінних.

Таблиця 5.1

№ вар.	Витрати на перевезення одиниці вантажу												Запаси пос- тачальників			Потреби споживачів			
	А ₁				А ₂				А ₃										
	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄	А ₁	А ₂	А ₃	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄
1.	1	2	3	4	4	3	5	6	4	3	6	2	15	45	60	20	30	45	10
2.	5	2	3	4	4	3	5	7	4	3	6	2	25	40	65	10	35	40	15
3.	5	2	3	4	4	3	4	5	4	7	5	4	35	20	35	25	30	55	20
4.	2	9	6	7	3	5	4	2	3	5	4	9	30	10	25	45	15	60	10
5.	7	6	5	6	2	4	3	1	5	3	6	8	25	55	40	30	25	15	35
6.	5	1	4	6	9	3	2	6	8	7	9	5	10	25	45	65	40	10	20
7.	3	5	2	4	6	1	8	9	7	5	3	2	50	85	20	75	15	25	70
8.	6	9	4	3	1	5	6	8	5	7	1	4	20	60	45	80	25	30	45
9.	5	1	4	6	9	3	2	6	8	7	9	5	25	40	65	10	35	40	15
10.	8	3	9	4	7	2	1	5	6	4	8	2	55	20	40	15	75	35	20
11.	1	2	3	4	4	3	5	6	4	3	6	2	25	55	40	30	25	15	35
10.	2	9	6	7	3	5	4	2	3	5	4	9	50	85	20	75	15	25	70
13.	7	6	5	6	2	4	3	1	5	3	6	8	10	25	45	65	40	10	20
14.	6	9	4	3	1	5	6	8	5	7	1	4	30	10	25	45	15	60	10
15.	4	2	3	5	4	3	5	7	4	3	6	2	25	40	65	10	35	40	15
16.	5	8	6	9	1	2	4	7	3	5	8	5	65	15	20	35	40	75	10
17.	4	6	9	4	5	7	6	8	4	9	3	2	20	85	45	15	35	65	55
18.	2	5	3	6	8	5	9	6	4	5	2	1	50	40	35	10	75	45	40
19.	7	5	3	1	5	9	8	6	2	4	5	7	35	40	15	20	35	30	10
20.	2	5	8	4	6	5	7	5	3	1	5	9	25	50	70	85	30	40	65
21.	8	2	4	6	5	3	1	5	7	5	9	5	55	45	25	65	15	25	40
22.	2	4	2	3	6	8	8	4	4	2	2	6	25	30	10	75	10	50	20
23.	9	5	6	4	7	5	1	5	2	3	4	6	85	65	50	80	25	10	45
24.	7	4	6	8	4	2	6	7	5	3	1	5	60	75	20	10	30	30	25
25.	8	5	4	6	8	5	2	1	3	5	6	7	40	80	25	15	40	25	65
26.	3	5	2	4	6	1	8	9	7	5	3	2	20	10	55	30	35	65	20

II. Приклад рішення транспортної задачі за допомогою електронних таблиць

Задача. В Київській області 3 цукрових заводи (В) отримують від 5 сільськогосподарських підприємств (А) сировину. Скласти такий план перевезень від постачальників до споживачів, щоб вартість перевезень була мінімальною, вантаж від постачальників був вивезеним, а потреби заводів у сировині були задоволені (табл. 5.2).

Витрати на перевезення одиниці вантажу

A ₁			A ₂			A ₃			A ₄			A ₅			
B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	
20	15	35	25	20	35	30	25	25	20	30	30	15	20	25	
Запаси постачальників									Потреби споживачів						
A ₁		A ₂		A ₃		A ₄		A ₅		B ₁		B ₂		B ₃	
100		220		110		170		120		220		240		260	

Розглянемо загальну схему розміщення даних в середовищі Excel для рішення транспортної задачі (рис. 5.1).

F21								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1			Транспортна задача					
2								
3			Постачальники					
4	Споживачі	1	2	3	4	5		
5	1	Матриця вартості						
6	2							
7	3							
8							Формули обмежень за споживанням	Споживання
9		Матриця рішення						
10								
11								
12		Формули обмежень за запасами						
13		Запаси						
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								

Рис. 5.1.

Рішення транспортної задачі на ПК проводиться за таким алгоритмом:

1. Заповнюємо шапку та заготовки рядків і стовпців як на рис. 5.2.
2. Заповнюємо електронну таблицю: блоки «Запаси», «Споживання» та «Матрицю вартості».
3. Записуємо економіко-математичну модель згідно з похідними даними:

$$F(x) = 20x_{11} + 25x_{12} + 30x_{13} + 20x_{14} + 15x_{15} + \\ + 15x_{21} + 20x_{22} + 25x_{23} + 30x_{24} + 20x_{25} + \\ + 35x_{31} + 35x_{32} + 25x_{33} + 30x_{34} + 25x_{35} \rightarrow \min;$$

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} = 220, \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} = 240, \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} = 260, \\ x_{11} + x_{21} + x_{31} = 100, \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} = 220, \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} = 110, \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} = 170, \\ x_{15} + x_{25} + x_{35} = 120; \\ x_j \geq 0 \ (i=1\dots 5; j=1\dots 3). \end{cases}$$

4. В клітинку G16 за допомогою **Майстра функцій** записуємо формулу цільової функції **=СУММПРОИЗВ(B5:F7;B10:F12)**.

5. У клітинки D13÷F13 записуються формули сумування змінних по стовпцям, що відповідає запасам постачальників **=СУММ(B10:B12)**.

6. У клітинки G10÷G12 записуються формули сумування змінних по рядках, що відповідає потребі споживачів **=СУММ(B10:F10)** (рис. 5.2).

K27	fх	A	B	C	D	E	F	G	H
1				Транспортна задача					
2									
3				Постачальники					
4	Споживачі		1	2	3	4	5		
5	Завод № 1		20	25	30	20	15		
6	Завод № 2		15	20	25	30	20		
7	Завод № 3		35	35	25	30	25		
8									
9								Формули обмежень за споживанням	Споживання
10								=СУММ(B10:F10)	220
11								0	240
12								0	260
13	Сума поставок сировини		=СУММ(B10:B12)	0	0	0	0		
14	Запаси		100	220	110	170	120		
15									
16								Цільова функція F(x) → min	0
17								=СУММПРОИЗВ(B5:F7;B10:F12)	
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									

Рис. 5.2.

7. Відмітити клітинку G16 (цільова функція) та активізувати режим Сервіс/Поиск решения (рис. 5.3).

8. Заповнити рядок **Установить целевую ячейку**.

9. Включити один з варіантів оптимізації. Для нашої задачі – **Мінімальному значенню**.

10. Заповнити рядок **Изменяя ячейки** посиланням на блок B10:F12.

11. Заповнити вікно **Ограничения** обмеженнями за рядками і стовпцями змінних, що відповідає запасам постачальників та потребам споживачів (рис. 5.4).

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H
2								
3								
4	Споживачі	1	2	3	4	5		
5	Завод № 1	20	25	30	20	15		
6	Завод № 2	15	20	25	30	20		
7	Завод № 3	35	35	25	30	25		
8								
9							Формули обмежень за споживанням	Споживання
10							0	220
11							0	240
12							0	260
13	Сума поставок сировини	0	0	0	0	0		
14	Запаси	100	220	110	170	120		
15								
16							0	
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								

The 'Поиск решения' (Solver) dialog box is open, showing the following settings:

- Установить целевую ячейку: \$G\$16
- Равной: ☐ максимальному значению ☐ значению: 0 ☒ минимальному значению
- Изменяя ячейки: \$B\$10:\$F\$12
- Ограничения:
 - \$B\$13 = \$B\$14
 - \$C\$13 = \$C\$14
 - \$D\$13 = \$D\$14
 - \$E\$13 = \$E\$14
 - \$F\$13 = \$F\$14
 - \$G\$10 = \$H\$10

Рис. 5.3.

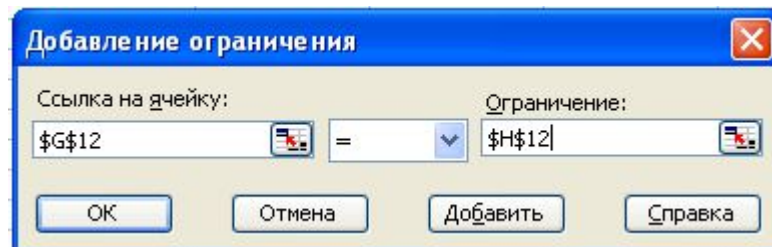


Рис. 5.4.

12. У рядку **Знак** вибрати знак « = ».
 13. Заповнення рядків вікна **Добавить** закінчити натиском кнопки ОК.
 14. Натиснути кнопку **Параметры** та вибрати режим **Линейная модель** і **Неотрицательные значения**, натиснути кнопку ОК (рис. 5.5).
 15. Далі натискаємо кнопку **Выполнить**.
 16. Після виконання обчислень на екрані з'явиться вікно **Результаты поиска решений**, в ньому відображено результат роботи: Решение найдено Все ограничения и условия оптимальности выполнены (рис. 5.6).
- Рішення транспортної задачі має вигляд (рис. 5.7).

III. Економічна інтерпретація математичного розв'язку транспортної задачі

Мінімальна вартість перевезень від постачальників до споживачів (15750 грн.) буде отримана за умови, якщо буде перевезено сировину:

Параметры поиска решения

Максимальное время: 100 секунд ОК

Предельное число итераций: 100 Отмена

Относительная погрешность: 0,000001 Загрузить модель...

Допустимое отклонение: 5 % Сохранить модель...

Сходимость: 0,0001 Справка

☒ Линейная модель ☐ Автоматическое масштабирование

☒ Неотрицательные значения ☐ Показывать результаты итераций

Оценки: ☒ линейная ☐ квадратичная

Разности: ☒ прямые ☐ центральные

Метод поиска: ☒ Ньютона ☐ сопряженных градиентов

Рис. 5.5.

Результаты поиска решения

Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены.

Тип отчета: Результаты, Устойчивость, Пределы

☒ Сохранить найденное решение ☐ Восстановить исходные значения

ОК Отмена Сохранить сценарий... Справка

Рис. 5.6.

J29	А	В	Строка формул	D	E	F	G	H
1			Транспортна задача					
2								
3			Постачальники					
4	Споживачі	1	2	3	4	5		
5	Завод № 1	20	25	30	20	15		
6	Завод № 2	15	20	25	30	20		
7	Завод № 3	35	35	25	30	25		
8								
9							Формули обмежень за споживанням	Споживання
10		0	80	0	140	0	220	220
11		100	140	0	0	0	240	240
12		0	0	110	30	120	260	260
13	Сума поставок сировини	100	220	110	170	120		
14	Запаси	100	220	110	170	120		
15								
16				Цільова функція F(x) → min			15750	
17							=СУММПРОИЗВ(B5:F7;B10:F12)	
18								

Рис. 5.7.

На завод № 1

від господарства № 2 – 80 одиниць, від господарства № 4 – 140 одиниць.

На завод № 2

від господарства № 1 – 100 одиниць, від господарства № 2 – 140 одиниць.

На завод № 3

від господарства № 3 – 110 одиниць, від господарства № 4 – 30 одиниць,
від господарства № 5 – 120 одиниць.

У **звіті по результатах** (рис. 5.8) порівнюються базовий і оптимальний обсяги виробництва. Тут вказані коефіцієнти цільової функції загалом до і після оптимізації, а також обмеження. Навпроти кожного обмеження є статус. Якщо статус зв'язаний, то це означає що ресурс вже використаний повністю і немає можливості збільшити його. Якщо статус не зв'язаний, то це означає що відповідного показника є більше, ніж потрібно, частина його не використана.

A1							Microsoft Excel 11.0 Отчет по результатам						
	A	B	C			D	E	F	G				
1	Microsoft Excel 11.0 Отчет по результатам												
2	Рабочий лист: [8. Лабораторна № Транспортна задача.xls]Задача												
3	Отчет создан: 17.05.2007 23:24:18												
4													
5													
6	Целевая ячейка (Минимум)												
7	Ячейка	Имя			Исходное значение			Результат					
8	\$G\$16	Целева функція F(x) @ min Формули обмежень за споживання			0			15750					
9													
10													
11	Изменяемые ячейки												
12	Ячейка	Имя			Исходное значение			Результат					
13	\$B\$10	Постачальники			0			0					
14	\$C\$10	Транспортна задача			0			80					
15	\$D\$10				0			0					
16	\$E\$10				0			140					
17	\$F\$10				0			0					
18	\$B\$11	Постачальники			0			100					
19	\$C\$11	Транспортна задача			0			140					
20	\$D\$11				0			0					
21	\$E\$11				0			0					
22	\$F\$11				0			0					
23	\$B\$12	Постачальники			0			0					
24	\$C\$12	Транспортна задача			0			0					
25	\$D\$12				0			110					
26	\$E\$12				0			30					
27	\$F\$12				0			120					
28													
29													
30	Ограничения												
31	Ячейка	Имя			Значение	Формула	Статус	Разница					
32	\$B\$13	Сума поставок сировини Постачальники			100	\$B\$13=\$B\$14 не связан.		0					
33	\$C\$13	Сума поставок сировини Транспортна задача			220	\$C\$13=\$C\$14 не связан.		0					
34	\$D\$13	Сума поставок сировини			110	\$D\$13=\$D\$14 не связан.		0					
35	\$E\$13	Сума поставок сировини			170	\$E\$13=\$E\$14 не связан.		0					
36	\$F\$13	Сума поставок сировини			120	\$F\$13=\$F\$14 не связан.		0					
37	\$G\$10	Формули обмежень за споживанням			220	\$G\$10=\$H\$10 не связан.		0					
38	\$G\$11	Формули обмежень за споживанням			240	\$G\$11=\$H\$11 не связан.		0					
39	\$G\$12	Формули обмежень за споживанням			260	\$G\$12=\$H\$12 не связан.		0					
40													
41													

И < > И \ Схема \ Отчет по результатам 1 / Отчет по устойчивости 1 / Отчет по пределам 1 / Задача / <

Рис. 5.8.

За звітом по стійкості (рис. 5.9).

Показник нормована вартість, показує як зміниться цільова функція при примусовому збільшенні на одиницю j-го виду споживання. Цей звіт показує, що транспортування сировини на завод № 1 та на завод № 2 є вигідним.

A1		Microsoft Excel 11.0 Отчет по устойчивости					
A	B	C	D	E	F	G	H
1	Microsoft Excel 11.0 Отчет по устойчивости						
2	Рабочий лист: [8. Лабораторна № Транспортна задача.xls]Задача						
3	Отчет создан: 17.05.2007 23:24:18						
4							
5							
6	Изменяемые ячейки						
7							
8	Ячейка	Имя	Результ. значение	Нормир. стоимость	Целевой Коэффициент	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
9	\$B\$10	Постачальники	0	0	20	1E+30	0
10	\$C\$10	Транспортна задача	80	0	25	0	10
11	\$D\$10		0	15	30	1E+30	15
12	\$E\$10		140	0	20	0	0
13	\$F\$10		0	0	15	1E+30	0
14	\$B\$11	Постачальники	100	0	15	0	1E+30
15	\$C\$11	Транспортна задача	140	0	20	10	0
16	\$D\$11		0	15	25	1E+30	15
17	\$E\$11		0	15	30	1E+30	15
18	\$F\$11		0	10	20	1E+30	10
19	\$B\$12	Постачальники	0	5	35	1E+30	5
20	\$C\$12	Транспортна задача	0	0	35	1E+30	0
21	\$D\$12		110	0	25	15	1E+30
22	\$E\$12		30	0	30	0	0
23	\$F\$12		120	0	25	0	1E+30
24							
25	Ограничения						
26							
27	Ячейка	Имя	Результ. значение	Теневая Цена	Ограничение Правая часть	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
28	\$B\$13	Сума поставок сировини Постачальники	100	0	100	140	0
29	\$C\$13	Сума поставок сировини Транспортна зад.	220	5	220	140	0
30	\$D\$13	Сума поставок сировини	110	-5	110	30	0
31	\$E\$13	Сума поставок сировини	170	0	170	0	1E+30
32	\$F\$13	Сума поставок сировини	120	-5	120	30	0
33	\$G\$10	Формули обмежень за споживанням	220	20	220	0	140
34	\$G\$11	Формули обмежень за споживанням	240	15	240	0	140
35	\$G\$12	Формули обмежень за споживанням	260	30	260	0	30

Рис. 5.9.

Звіт по границям

У ньому показано, у яких межах може змінюватися постачання сировини, що увійшла в оптимальне рішення, при збереженні структури оптимального рішення:

Лабораторна робота № 6
Прогнозування економічних процесів методом ковзного середнього, за допомогою функцій "ТЕНДЕНЦИЯ" і "РОСТ"

Варіанти індивідуальних завдань представлені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Роки	Експорт металопродукції, млн. дол.	Обсяги виробництва, млн. грн.	Добича вугілля, млн. тонн	Добича залізної руди, млн. тонн	Виробництво природного газу, млрд. куб.м	Імпорт енергоносіїв (природний газ), млн. дол.	Інвестиції в основний капітал, % до попереднього року	Освоєно виробництво нових видів продукції	Впроваджено нових технологічних процесів
Варіант	В.1	В.2	В.3	В.4	В.5	В.6	В.7	В.8	В.9
2005		15853,7	57	47,5	18,4	5707,4	76,5	9822	2138
2006	5867,04	17045,2	58,6	53,4	18,1	4988,4	77	10379	1905
2007	6141,99	18993,4	59,5	51,1	18	3523,8	110,2	10796	1348
2008	6296,56	25613,3	62,8	47,8	18,1	3255,7	100,3	12645	1203
2009	6468	39583,4	62,4	55,9	17,9	3323,9	119,9	15323	1403
2010	6720,3	38007,6	61,7	55,3	18,4	3287,8	114,4	19484	1421
2011	7125,6	41519,4	59,5	59,4	18,7	3521,1	110,7	22847	1142
2012	7808,6	57657,9	59,8	63	18,6	3190	75,2	7416	1482
2013	12216,29	93410,7	59,4	66	19,6	3591,4	124,9	3978	1727
2014	13337,92	103331,4	60,4	69,5	19,9	3946,6	137,8	3152	1808
2015	15412,8	126113,6	61,2	69,9	19,8	4769,4	122,7	3016	1789

Методичні вказівки до виконання

1. Для розрахунку значень ковзного середнього треба скористатися відповідною функцією пакету аналізу MS Excel (Меню «Сервис – Анализ данных – Ковзное среднее»). Після відкриття вікна функції треба послідовно заповнити відповідні поля вікна налаштування, як показано на малюнку (рис. 6.1). В результаті є можливість отримати як кількісні значення прогнозу, так і графічне відображення показника (рис. 6.2).

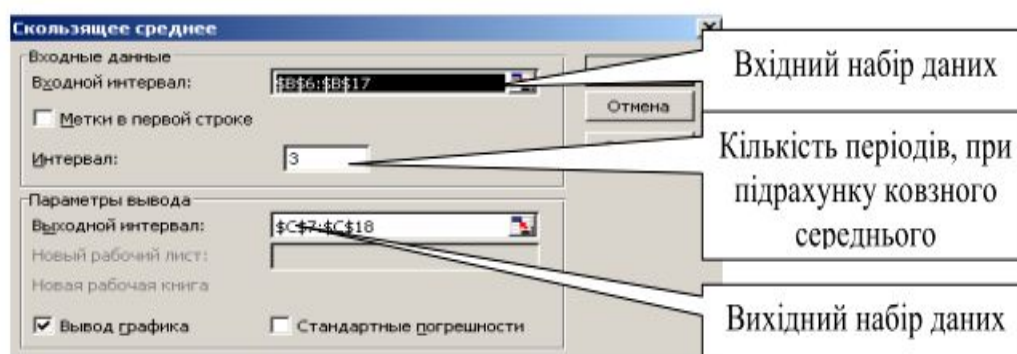


Рис. 6.1

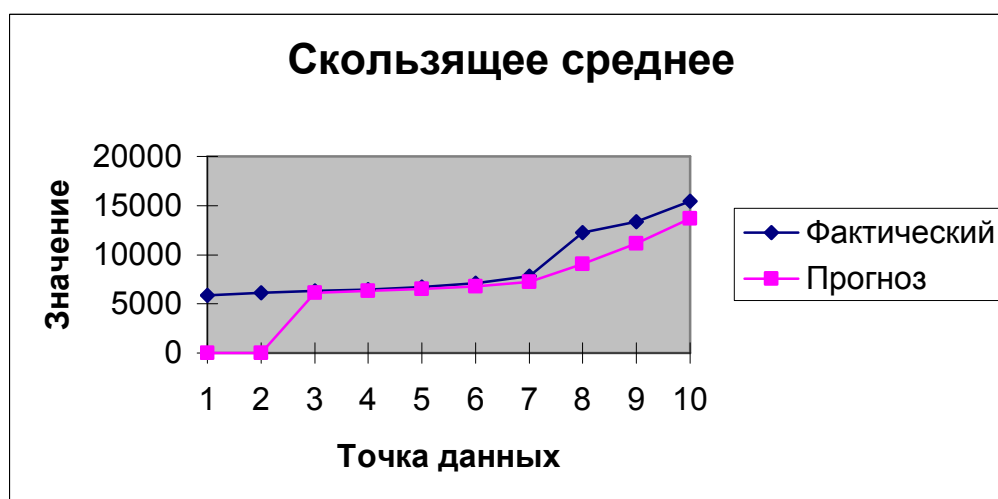


Рис. 6.2

2. Використання функції *ТЕНДЕНЦИЯ* в середовищі MS EXCEL дозволяє розрахувати значення у відповідності з лінійним трендом. При цьому пряма лінія апроксимує по методу найменших квадратів значення у і відомі значення x у відповідності з виразом $y = mx + b$. Для апроксимації поліноміальної кривої треба скористатися функцією *ТЕНДЕНЦИЯ*, виконуючи регресійний аналіз для змінної, піднесенням у різні ступені. Виклик функції *ТЕНДЕНЦИЯ* можливо через статистичні функції MS Excel. Наведемо синтаксис функції:

ТЕНДЕНЦИЯ (відомі значення у; відомі значення x; нові значення x; константа).

Відомі значення у – це множина значень залежної змінної у. При цьому набір значень кожної змінної може бути представлений як стовпчиком, так і рядком електронної таблиці.

Відомі значення x – необов’язкова множина значень x , які вже відомі для співвідношення $y = mx + b$. В прикладі, що розглядається, ця складова представлена значеннями відповідних періодів. Масив відомих значень x може бути представлений однією або декількома змінними. Якщо цей параметр пропущено, то по замовченню вони можуть бути представлені масивом значень 1;2;3;... такого ж розміру, як і відомі значення y .

Нові значення x – нові значення x , для яких *ТЕНДЕНЦИЯ* повертає відповідні значення змінної y . Нові значення x повинні мати таку ж розмірність, як і розмірність відомих значень y та x . Якщо нові значення відсутні, то передбачається, що вони співпадають з відомими значеннями x .

Конст – логічне значення, яке вказує чи потрібно щоб константа b дорівнювала би 0. Цей параметр може приймати такі значення:

- ТАК або відсутнє, то b розраховується стандартним способом.
- НІ, то b буде дорівнювати 0 і значення m підбирається таким чином, щоб виконувалось співвідношення $y = m * x$.

Користуючись даними табл. 6.1 для свого варіанту сформуємо масив в середовищі MS Excel, як показано на рис. 6.3. Встановимо курсор на перше значення стовпчика Тенденція і заповнимо відповідні зони вікна «Аргументи функції»(рис. 6.3) і натиснемо ОК. Після цього слід виділити діапазон комірок стовпчика «Тенденція» по номерам періодів, натиснути клавішу F2, а потім комбінацію клавіш CTRL+SHIFT+ ENTER. При цьому формула буде розмножена на відповідний діапазон.

Номер періоду	Коефіцієнт покриття	Ковзне середнє	Тенденція
1	=ТЕНДЕНЦИЯ(B6:B17;A6:A17)		
2	1,48	#Н/Д	1,47
3	1,46	#Н/Д	1,49
4	1,44	1,51	1,50
5	1,46	1,46	1,52
6	1,49	1,45	1,53
7	1,51	1,46	1,54
8	1,58	1,49	1,56
9	1,55	1,53	1,57
10	1,67	1,55	1,59
11	1,62	1,60	1,60
12	1,61	1,61	1,61
13		1,63	#Н/Д
14			#Н/Д

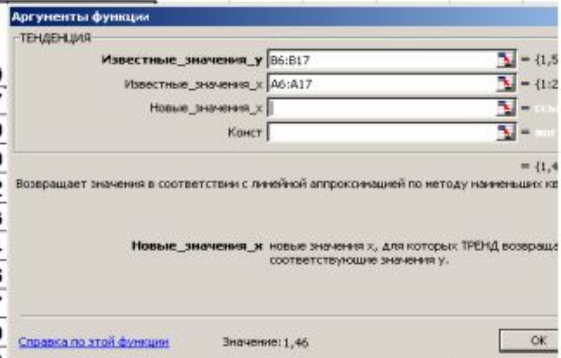


Рис. 6.3

Для розрахунку нових (прогнозних) значень змінної треба ввести формули у комірки B17:B18. При цьому вікно параметрів буде мати наступний вигляд (рис. 6.4).

Для розмноження формули на відповідний часовий інтервал слід виконати дії, які були описані вище.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
4									
	Номер періоду	Коефіцієнт покриття	Ковзне середнє	Тенденція	Зростання				
5									
6	1	1,58		1,46	1,46				
7	2	1,48							
8	3	1,46							
9	4	1,44							
10	5	1,46							
11	6	1,49							
12	7	1,51							
13	8	1,58							
14	9	1,55							
15	10	1,67							
16	11	1,62							
17	12	1,61							
18	13	=ТЕНДЕНЦИЯ(E							
19	14	1,64							

Рис. 6.4

3. Використання функції *РОСТ* в середовищі MS Excel, дозволяє розрахувати прогнозоване експоненціальне зростання на підставі первинних даних. Функція *РОСТ* повертає значення y для послідовності нових значень x . Функція може бути використана для апроксимації існуючих незалежних змінних x та y значень експоненціальної кривої у відповідності з лінійним трендом.

Виклик функції *РОСТ* можливо здійснити через статистичні функції MS Excel. Наведемо синтаксис функції *РОСТ*:

РОСТ (відомі значення y ; відомі значення x ; нові значення x ; конст).

Відомі значення y – це множина значень y , які вже відомі в співвідношенні $y = b^{ux}$. Слід пам'ятати, якщо значення Y дорівнюють 0 або від'ємні, то функція *РОСТ* повертає значення помилки **#ЧИСЛО!**.

Відомі значення x – необов'язкова множина значень x , які вже відомі для співвідношення $y = b * m^x$.

Нові значення x – нові значення x , для яких *РОСТ* повертає відповідні значення змінної y . Нові значення x повинні мати таку ж розмірність, як і розмірність відомих значень y та x . Якщо нові значення відсутні, то передбачається, що вони співпадають з відомими значеннями x .

Конст – логічне значення, яке вказує чи потрібно щоб константа b дорівнювала би 1. Цей параметр може приймати такі значення:

- ТАК або відсутнє, то b розраховується стандартним способом.
- НІ, то b буде дорівнювати 1 і значення m підбирається таким чином, щоб виконувалось співвідношення $y = m^x$.

Користуючись даними таблиці 6.1 сформуємо масив в середовищі MS Excel відповідно значень свого варіанту, як показано на рис. 6. Встановимо курсор на перше значення стовпчика *РОСТ* і заповнимо відповідні зони вікна «Аргументи функції» (див. рис. 6) і натисніть ОК. Після цього слід виділити діапазон комірок стовпчика «РОСТ» по номерам періодів, натиснути клавішу F2, і потім



	A	B	C	D	E
1					
2	Аналіз значень коефіцієнту покриття				
3	на ТОВ "Телекарт Прибор"				
4					
	Номер періоду	Коефіцієнт покриття	Коефіцієнт середнє	Тенденція	Зростання
5					
6	1			46	1,46
7	2			47	1,47
8	3			49	1,49
9	4			50	1,50
10	5	1,4	1,46	1,52	1,52
11	6	1,4	1,45	1,53	1,53
12	7	1,5	1,46	1,54	1,54
13	8	1,5	1,49	1,56	1,56
14	9	1,5	1,53	1,57	1,57
15	10	1,6	1,55	1,59	1,59
16	11	1,6	1,60	1,60	1,60
17	12	1,61	1,61	1,61	1,61
18	13	1,63	1,63	#Н/Д	#Н/Д
19	14	1,64		#Н/Д	#Н/Д

Рис. 6.6

5. ТЕМАТИКА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Номер теми	Зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Тема 1. Основи моделювання економічних процесів	1
2	Тема 2. Моделювання економічних систем і процесів для вирішення задач методами лінійного програмування (у т.ч. підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт)	6 (5)
3	Тема 3. Моделювання оптимальної структури виробництва (у т.ч. підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт)	8 (7)
4	Тема 4. Застосування економіко-статистичного моделювання в дипломних дослідженнях	1
5	Тема 5. Комп'ютерні технології вирішення задач за допомогою статистичних та економіко-математичних методів (у т.ч. підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт)	10 (9)
6	Тема 6. Балансові моделі в економіці та управлінні (у т.ч. підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт)	8 (7)
-	Індивідуальне науково-дослідне завдання (курсова робота)	30
-	Підсумковий контроль (підготовка до складання іспиту)	30
	Всього	94

6. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ (ТЕМАТИКА КУРСОВИХ РОБІТ)

До індивідуальних завдань для опрацювання курсу «Прикладні задачі моделювання економічних процесів» відносяться виконання контрольні завдання та тестів на проміжних (рубіжних) контролях, а також виконання курсової роботи.

Орієнтовна тематика курсових робіт

1. Побудова виробничої функції для певної галузі економіки області.
2. Побудова та аналіз виробничої функції для певного підприємства області.
3. Оптимізація виробничої програми підприємства.
4. Оптимізація використання ресурсів підприємства.
5. Моделювання урожайності озимої пшениці.
6. Моделювання урожайності ярих культур.
7. Побудова моделей інвестиційної привабливості районів області.
8. Моделювання прибуткової діяльності підприємств.
9. Моделювання рентабельності підприємств.
10. Моделювання рівня життя населення області.
11. Моделювання показників зайнятості населення.
12. Моделювання грошових надходжень до бюджету області.
13. Моделі соціально-економічного розвитку регіонів.
14. Моделювання стійкості роботи підприємств.
15. Моделювання і прогнозування тенденцій розвитку певного економічного процесу (показника)

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

7.1. Методи навчання:

пояснювально-ілюстративний метод використовується для організації засвоєння інформації студентами під час лекцій і лабораторних занять;

репродуктивний метод використовується під час проведення лабораторних занять, рубіжного контролю, тестового контролю, захисту курсових робіт, екзаменів;

методи проблемного навчання використовуються наступним чином:

- проблемний викладу знань використовується в основному на лекціях;
- евристичний метод використовується на лабораторних заняттях та під час виконання курсових робіт;
- пошуковий та дослідницький метод використовуються на лабораторних заняттях, під час виконання курсових робіт, індивідуальної роботи зі студентами.

Поточний та проміжні контролю здійснюються під час проведення аудиторних занять.

Форма проведення проміжного контролю – тестові завдання.

Підсумковий контроль здійснюється:

у 8-му семестрі (екзамен) – на основі позитивного захисту курсової роботи, а також за умови попереднього проходження проміжного контролю.

Важливим елементом оцінювання самостійної роботи студента є також самоконтроль, орієнтовні питання до якого наведені нижче.

7.2. Методичне забезпечення

1. Методичні інструкції до виконання лабораторних робіт
2. Перелік комп'ютерних програм:
 - Текстовий редактор MS Word;
 - Табличний процесор MS Excel.

7.3. Питання для самоконтролю

1. Математичне моделювання в економіці.
2. Особливості економіки як об'єкта моделювання.
3. Класифікація економіко-математичних моделей.
4. Роль економіко-математичного моделювання для вирішення практичних проблем.
5. Етапи побудови економіко-математичних моделей.
6. Парна і множинна лінійна регресія: рівняння та визначення параметрів.
7. Перевірка моделі на адекватність.
8. Коефіцієнт еластичності в економіці.
9. Використання функції ЛИНЕЙН для побудови лінійної регресії.
10. Моделі, нелінійні відносно параметрів та квазілінійні. Заміна змінних та логарифмування для зведення нелінійних моделей до лінійних.
11. Перевірка нелінійної моделі на адекватність, побудова надійного інтервалу та його особливості для нелінійних моделей.
12. Поняття виробничої функції. Виробнича регресія Коба-Дугласа, визначення параметрів та прогнозування на основі моделі. Ефективність і масштаб виробництва.

13. «Павутиноподібна» модель для визначення рівноважної ціни. Умови застосування ітераційних методів.
14. Класифікація систем масового обслуговування.
15. Методи розв'язування задач систем масового обслуговування.
16. Пуассонівський потік вимог та експоненціальний закон розподілу часу обслуговування.
17. Загальна постановка задачі СМО з очікуванням.
18. Обрання оптимального рішення за теорією гри.
19. Критерії вибору оптимальної стратегії з урахуванням ризику.
20. Функція корисності. Властивості функції корисності.
21. Дослідження функцій корисності та функцій попиту.
22. Задача оптимального прибутку та її розв'язання за допомогою методів диференціального числення.
23. Розв'язок задачі оптимізації споживчого вибору з бюджетним обмеженням.
24. Задача виробника та її розв'язування.
25. Дослідження виробничих функцій.
26. Середня та гранична продуктивність ресурсів. Заміщення ресурсів.
27. Задачі розподільчого типу та їх розв'язування за допомогою стандартних процедур.
28. Проблеми економічної динаміки. Сезонність в динамічних рядах.
29. Методи згладжування значень показника.
30. Числові характеристики динамічного ряду.
31. Тренд-сезонні економічні процеси та їх аналіз.
32. Модель Леонтьєва. Матриця міжгалузевих потоків.
33. Модель міжгалузевих матеріально-речових зв'язків і цін.
34. Ефективний розподіл ресурсів: аналіз виробничих галузей за допомогою методу лінійного програмування.

7.4. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. В.В.Вітлінський. Моделювання економіки. Навч. посібник – Київ, 2003.- 406 с.
2. Наконечний С.І., Савіна С.С. Математичне програмування: Навч. посіб. – К.: КНЕУ, 2003. – 452 с.
3. Наконечний С.І., Терещенко Т.О., Романюк Т.П. Економетрія: Підручник. – К.: КНЕУ, 2005. – 520 с.
4. Пискунова Е.В., Почтман Ю.М. Макро- и микроэкономическое моделирование. Учебное пособие. – Днепропетровск: ДГФЭИ, 2001.
5. Толбатов Ю.А. Економетрика. – К., 1997. – 319 с.
6. Рудянова Т.М. Економіко-математичне моделювання. Частина 1. Навч. метод. посібник. – Дніпропетровськ: ДДФА, 2008.
7. Чупілко Т.А.. Економіко-математичні моделі в управлінні та економіці. – Дніпропетровськ: ДДФА, 2009, 114 с.

Допоміжна

1. Верченко П.І., Великоіваненко Г.І. та ін. Ризикологія: Навчально-методичний посібник. – К.: КНЕУ, 2005. – 175 с.
2. Лук'яненко І.Г., Краснікова Л.І. Економетрика: Підручник. – К.: Товариство “Знання”, 1998. – 494с.
3. Доугерти К. Введение в эконометрику. – М., 2004. – 419 с. 12.Замков О.О., Толстопятенко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике: Учебник. – М.: МГУ им. М.В.Ломоносова, Изд-во “ДИС”, 1997. – 368 с.
4. Урубков А. Курс МВА по оптимизации управленческих решений: Практ. рук-во. – М., 2006. – 172 с.
5. Экономико-математические методы и прикладные модели: Под ред. В.В.Федосеева. – М., 2002. – 391 с.

