

## Лабораторна робота №1 Задачі лінійного програмування

**Мета роботи:** засвоїти основні методи розв'язання прямої задачі лінійного програмування (ЗЛП) та аналізу її економічного змісту.

**Цілі роботи:**

- навчитися будувати математичну модель задачі лінійного програмування;
- ознайомитися з графічним та симплексним методом розв'язання ЗЛП;
- набути вміння розв'язувати ЗЛП в Microsoft Excel for Windows за допомогою інструмента «Solver»;
- навчитися робити висновки в термінах постановки задачі.

### 2.3 Завдання до лабораторної роботи №1

- побудувати математичну модель економічної задачі;
- розв'язати задачу за допомогою побудованої моделі з використанням інструмента “Solver”;
- зробити висновки в термінах постановки задачі.

### 2.4 Варіанти завдань лабораторної роботи №1

Номер варіанта визначаються відповідно до порядкового номеру прізвища студента в списку академічної групи. З нижченаведеного списку обрати номер задачі, що відповідає Вашому варіанту, і розв'язати її відповідно до наданого завдання.

1. Фірма виготовляє дві моделі А і В книжкових полиць. У таблиці наведені дані по нормах витрат ресурсів (дошок і машинного часу) на одну полицю кожної моделі. У ній же зазначено прибуток від реалізації одного виробу кожного виду і загальний запас ресурсів, який може використовувати фірма протягом тижня. Скільки виробів кожної моделі фірмі необхідно випускати за тиждень для одержання максимального прибутку від їхньої реалізації?

Ресурси	Норми витрат ресурсів на один виріб		Загальний обсяг ресурсів
	А	В	
Дошки (м <sup>2</sup> )	3	4	1700
Машинний час (год.)	0,2	0,5	160
Прибуток від реалізації одного виробу (у.г.о.)	20	40	

2. Фірма виготовляє два продукти А і В, ринок збуту яких необмежений. Кожен продукт повинний бути оброблений кожною з машин І, ІІ й ІІІ. Час обробки в годинах для кожного з виробів А і В, загальний запас машинного часу за тиждень і прибуток від реалізації виробів наведені нижче в таблиці:

Машина виду	Час обробки одиниці виробу (год.)		Загальний обсяг машинного часу (год.)
	А	В	
I	0,5	0,25	40
II	0,4	0,3	36
III	0,2	0,4	36
Прибуток від реалізації одного виробу (у.г.о.)	50	30	

Фірмі треба визначити план випуску виробів А і В, при якому прибуток від їхньої реалізації буде максимальною.

3. Для виробництва столів і шаф меблева фабрика використовує необхідні ресурси. Норми витрат ресурсів на один виріб даного виду, прибуток від реалізації одного виробу і загальний обсяг наявних ресурсів кожного виду наведені в таблиці.

Ресурси	Норми витрат ресурсів на один виріб		Загальний обсяг ресурсів
	стіл	шафа	
<i>Деревина (м<sup>3</sup>):</i>			
I виду	0,2	0,1	40
II виду	0,1	0,3	60
Трудомісткість (люд.-год.)	1,2	1,5	371,4
Прибуток від реалізації одного виробу (у.г.о.)	120	160	

Визначити, скільки столів і шаф фабриці варто виготовляти, щоб прибуток від їхньої реалізації був максимальним.

4. На промисловому комплексі по виробництву м'яса відгодовують свиней двох порід. Усі дані представлені в таблиці.

Види корму	Потрібна кількість корму (ц) для породи свиней		Запаси корму, ц
	I	II	
Грубі (сінне борошно, трав'яні)	2	3	1000
Соковиті (коренеплоди, картопля)	4	2	1200
Комбікорми	1	1	380
Продуктивність, ц	3	2,5	

Потрібно знайти таке поголів'я свиней кожної породи, щоб продуктивність 1 ц м'яса була максимальною.

5. Для виробництва двох видів виробів А і В використовується токарське, фрезерне і шліфувальне устаткування. Норми витрат часу для кожного з типів устаткування на один виріб даного виду наведені в таблиці. У ній же зазначений загальний фонд робочого часу кожного з типів устаткування, а також прибуток від реалізації одного виробу. Визначити план випуску виробів А і В, що забезпечує максимальний прибуток від їхньої реалізації.

Тип устаткування	Витрати часу (верст.-год.) на обробку одного виробу виду:		Загальний фонд робочого часу устаткування (год.)
	А	В	

Фрезерне	1	0,8	168
Токарне	0,5	0,1	180
Шліфувальне	0,6	1,2	144
Прибуток від реалізації одного виробу (у.г.о.)	140	180	

6. Для виробництва двох видів виробів А і В підприємство використовує три види сировини. Норми витрати сировини кожного виду на виготовлення одиниці продукції даного виду наведені в таблиці. У ній же зазначені прибуток від реалізації одного виробу кожного виду і загальний обсяг сировини даного виду, що може бути використано підприємством.

З огляду на те, що вироби А і В можуть виготовлятися в будь-яких співвідношеннях (збут забезпечений), потрібно скласти такий план їхнього випуску, при якому прибуток підприємства від реалізації всіх виробів буде максимальним.

Ресурси	Норми витрат ресурсів (кг) на один виріб		Загальний обсяг ресурсів (кг)
	А	В	
I	12	4	300
II	4	4	120
III	3	12	252
Прибуток від реалізації одного виробу (у.г.о.)	30	40	

7. У цеху по виробництву консервованих фруктів виготовляються два види компотів із трьох видів фруктів (яблука, груші і сливи). Перед відправленням у торгову мережу компоти розливають у банки: компот I виду – у 5-літрові, II виду – у 3-літрові. Усі дані, необхідні для розв'язання задачі, наведені в таблиці.

Фрукти	Витрати фруктів (кг) для компоту виду		Запас, кг
	I	II	
Яблука	1	0,5	200
Груші	0,3	0,25	65
Сливи	0,75	1	200
Прибуток від реалізації 1 банки компоту, у.г.о.	3	2	

Потрібно скласти такий план виробництва двох видів компоту, для якого прибуток був би найбільшим.

8. Компанія виготовляє полиці двох розмірів – А і В. Агенти в справах продажу вважають, що за тиждень на ринку може бути реалізовано до 550 полиць. У таблиці наведені дані по нормах витрат ресурсів (дошок і машинного часу) на одну полицю відповідного розміру. У ній же зазначено прибуток від реалізації одного виробу кожного виду і загальний запас ресурсів, який може використовувати фірма протягом тижня.

Скільки полиць кожного типу варто випускати протягом тижня, щоб прибуток від їхньої реалізації був найбільшим?

Ресурси	Норми витрат ресурсів на один виріб		Загальний обсяг ресурсів
	А	В	
Дошки (м <sup>2</sup> )	2	3	1200

Машинний час (год.)	0,2	0,5	160
Прибуток від реалізації одного виробу (у.г.о.)	30	40	

9. На звірофермі можуть вирощувати чорно-бурих лисиць і песців. Для забезпечення нормальних умов їхнього вирощування використовують три види кормів. Кількість кормів кожного виду, які повинні щодня одержувати лисиці і песці, наведено в таблиці. У ній же зазначені загальний обсяг корму кожного виду, що може бути використано звірофермою, і прибуток від реалізації однієї шкурки лисиці і песця. Визначити, скільки лисиць і песців варто вирощувати на звірофермі, щоб прибуток від реалізації їхніх шкурок був максимальним.

Вид корму	Кількість одиниць щоденного корму для		Загальний обсяг корму
	лисиці	песця	
I	2	3	180
II	4	1	240
III	6	7	426
Прибуток від реалізації однієї шкурки (у.г.о.)	320	240	

10. Металургійний цех випускає два види продукції А і Б. Цех має у своєму розпорядженні три види устаткування, кожне з яких має свій фонд робочого часу і продуктивність, наведені нижче в таблиці. У ній же наведений прибуток від реалізації 1 тонни продукції кожного виду. Скласти план випуску продукції, що забезпечує максимальний прибуток.

Тип устаткування	Продуктивність (т/год.) виду продукції		Фонд часу (год.)
	А	Б	
Плавильна піч	7	6	4200
Травильний агрегат	6	4	3000
Прокатний стан	2	1	900
Прибуток від реалізації 1 т продукції (тис. у.г.о.)	4	3	

11. У цеху підприємства вирішено встановити додаткове устаткування двох видів – I і II. Площа, необхідна для установки одного комплекту устаткування відповідного виду, ціна такого комплекту, а також загальний обсяг ресурсів (виробничих площ і грошових ресурсів), що виділяються підприємством, наведені в таблиці.

Ресурси	Норми витрат ресурсів на один комплект устаткування виду		Загальний обсяг ресурсів за день
	I	II	
Виробничі площі (м <sup>2</sup> )	2	1,5	7
Грошові ресурси (тис. у.г.о.)	2	3	10

Придбання одного комплекту устаткування 1<sup>го</sup> виду дозволяє збільшити випуск продукції в зміну на 3 одиниці, а одного комплекту устаткування 2<sup>го</sup> виду – на 4 одиниці. Визначити такий набір додаткового устаткування, що дає можливість максимально збільшити випуск продукції.

12. Підприємство має у своєму розпорядженні виробничі потужності чотирьох видів. Норми витрат потужностей (у год.) кожного виду на одиницю продукції кожного із двох типів, загальний запас таких потужностей і прибуток від реалізації одиниці продукції №1 і №2 наведені в таблиці. Скласти план виробництва продукції двох видів, при якому дохід підприємства від реалізації всієї продукції виявився б максимальним.

Потужності (у год.)	Норми витрат потужностей (у год.) на одиницю продукції типу		Загальний запас потужностей (год.)
	№1	№2	
M1	2	1	16
M2	1	1	10
M3	–	1	6
M4	1	–	7
Прибуток від реалізації одиниці продукції (у.г.о.)	30	40	

13. На промисловому комплексі по виробництву м'яса відгодовують свиней двох порід. Усі дані представлені в таблиці.

Види корму	Потрібна кількість корму (ц) для породи свиней		Види корму
	№1	№2	
Грубі (сінне борошно, трав'яні)	2	5	900
Соковиті (коренеплоди, картопля)	4,5	2	1150
Комбікорми	1	1,5–	340
Продуктивність, ц	4	5	

Потрібно знайти таке поголів'я свиней кожної породи, щоб продуктивність 1 ц м'яса була максимальною.

14. Підприємство випускає два види продукції і використовує три типи основного устаткування: токарське, фрезерне і шліфувальне устаткування. Витрати часу на виготовлення одиниці продукції для кожного з типів устаткування наведені в таблиці. У ній же зазначений загальний фонд робочого часу кожного з типів устаткування, а також прибуток від реалізації одного виробу даного виду. Визначити такий обсяг випуску виробів, при якому загальний прибуток від їхньої реалізації буде максимальним.

Тип устаткування	Витрати часу (верст- год.) на обробку одиниці продукції виду:		Загальний фонд робочого часу устаткування (год.)
	1	2	
Фрезерне	1	–	100
Токарне	2	1	280
Шліфувальне	1	2	320
Прибуток від реалізації 1 т продукції (тис. у.г.о.)	80	60	

15. Кондитерська фабрика для виробництва двох видів карамелі А і В використовує три види вихідної сировини: цукровий пісок, патоку і фруктове пюре. Норми витрат сировини кожного виду на виробництво 1 т карамелі кожного виду наведені в таблиці. У ній же наведені загальні запаси сировини і прибуток від

реалізації 1 т продукції. Знайти план випуску карамелі, що забезпечує максимальний прибуток.

Вид сировини	Норми витрат сировини (т) на 1 т карамелі		Загальний обсяг сировини (т)
	A	B	
Цукровий пісок	0,8	0,6	80
Патока	0,5	0,8	60
Фруктове пюре	–	0,1	8
Прибуток від реалізації 1 т карамелі (тис. у.г.о.)	1,5	2	

16. Для виробництва двох видів виробів А і В використовуються три види сировини. Норми витрат сировини кожного виду на виробництво одиниці продукції даного виду наведені в таблиці. У ній же наведені загальні запаси сировини і прибуток від реалізації одного виробу.

Вид сировини	Норми витрат сировини (кг) на один виріб		Загальний обсяг сировини (кг)
	A	B	
I	5	2	300
II	2	2	150
III	2	5	300
Прибуток від реалізації одного виробу (у.г.о.)	30	40	

Фірмі треба визначити план випуску виробів А і В, при якому прибуток від їхньої реалізації буде максимальним.

17. Трикотажна фабрика для виготовлення светрів і кофточок використовує чисту вовну, силон і нітрон, запаси якого складають відповідно 190, 120 і 80 кг. Кількість пряжі кожного виду (у кг), необхідної для виготовлення 10 виробів, а також прибуток від їхньої реалізації наведені в таблиці.

Вид сировини	Витрати пряжі на 10 шт.	
	Светри	Кофточки
Вовна	3	2
Силон	2	1
Нітрон	1	1
Прибуток (у.г.о)	50	30

Установити план випуску виробів, що максимізує прибуток.

18. Завод-виробник високоточних елементів для автомобілів випускає два різні типи деталей: X і V. У таблиці наведені дані по нормах витрат ресурсів на одну деталь кожного типу. У ній же зазначені прибуток від реалізації однієї деталі кожного типу і загальний запас ресурсів, який може витратити фірма протягом тижня

Ресурси	Норми витрат ресурсів на один виріб		Загальний обсяг ресурсів
	X	V	

Металеві стрижні (кг)	2	5	10 000
Листовий метал (кг)	5	2	10 000
Робочий час (люд.-год.)	1	2	4 000
Прибуток від реалізації однієї деталі (у.г.о.)	90	120	

Скільки деталей кожного типу варто робити, щоб максимізувати загальний прибуток за тиждень?

19. Фірма виготовляє дві моделі А і В письмових столів. Їхнє виробництво обмежене наявністю сировини (дошки) і часом машинної обробки. У таблиці наведені дані по нормах витрат ресурсів на один стіл відповідної моделі. У ній же зазначені прибуток від реалізації одного виробу і загальний запас ресурсів, які має в розпорядженні фірма протягом тижня

Ресурси	Норми витрат ресурсів на один виріб		Загальний обсяг ресурсів
	А	В	
Дошки (м <sup>2</sup> )	6	4	2000
Машинний час (год.)	0,25	0,5	180
Прибуток від реалізації одного виробу (у.г.о.)	100	160	

Скільки столів кожної моделі фірмі необхідно випускати за тиждень для одержання максимального прибутку від їхньої реалізації?

20. Автозавод випускає дві моделі автомобілів: «Каприз» і (більш дешево) «Фіаско». У таблиці наведені дані по нормах витрат ресурсів на одну модель кожного типу. У ній же зазначені прибуток від реалізації однієї моделі кожного типу і загальний запас ресурсів, який може витратити фірма протягом тижня

Ресурси	Норми витрат ресурсів на одну модель автомобіля		Загальний обсяг ресурсів на тиждень
	«Каприз»	«Фіаско»	
Робочий час (люд.-год.)			
– некваліфіковані робітники	30	40	40000
– кваліфіковані робітники	40	20	32000
Витрати на комплектуючі (у.о.)	500	1500	900000
Прибуток від реалізації одного автомобіля (у.г.о.)	1000	750	

Робітники, що здійснюють доставку, працюють п'ять днів на тиждень і можуть забрати з заводу не більш 210 машин у день. Який обсяг випуску кожної моделі Ви б рекомендували? Що б Ви рекомендували для підвищення прибутку фірми?

21. Цех випускає два види виробів. Представлена нижче таблиця містить інформацію про витрати ресурсів на одиницю виробу, про загальний запас ресурсів, про ціни продажу одного виробу.

Ресурси	Норми витрат ресурсів на один виріб		Загальний обсяг ресурсів
	1	2	

Устаткування (верст.-год.)	0,2	0,3	78
Сировина (кг)	1	4	850
Електроенергія (кВт/год.)	2	4	880
Ціна одного виробу (у.г.о.)	30	100	

Скільки необхідно виготовляти виробів кожного виду, щоб вартість продукції була максимальною?

22. Швейною фабрикою для виготовлення двох видів виробів можуть бути використані тканини трьох артикулів. Норми витрат тканини всіх артикулів на пошиття одного виробу даного виду наведені в таблиці. У ній же наведене наявна в розпорядженні фабрики загальний обсяг тканини даного артикула і ціна одного виробу даного виду.

Артикул тканини	Норми витрат тканини (м) на один виріб виду		Загальний обсяг тканини (м)
	1	2	
I	1	–	150
II	–	1	150
III	3	2	600
Ціна одного виробу (у.г.о.)	80	60	

Визначити, скільки виробів кожного виду повинна виготовити фабрика, щоб вартість продукції була максимальною.

23. На ткацькій фабриці для виготовлення двох артикулів тканини використовуються ткацькі верстати двох видів, пряжа і барвники. У таблиці представлена продуктивність верстатів кожного виду, норми витрат пряжі і вовни, ціна 1 м тканини даного артикула, а також загальний фонд робочого часу верстатів кожного виду, фонд пряжі і барвників.

Ресурси	Норми витрат ресурсів на 1 м тканини артикула		Загальний обсяг ресурсів
	1	2	
Продуктивність верстатів (верст.-год.)	0,06	0,03	600
Пряжа (кг)	1,0	1,5	15000
Барвники (кг)	0,01	0,01	120
Ціна 1 м тканини (у.г.о.)	80	50	

Скласти такий план виготовлення тканини, відповідно якому будуть виготовлені тканини кожного артикула, з максимальною загальною вартістю

24. Майстерня виготовляє костюми і сукні з двох видів тканин. У таблиці наведені дані по нормах витрат тканин на один виріб. У ній же зазначені прибуток від реалізації одного виробу і загальний запас тканин, які має використати у своєму розпорядженні майстерня.

Визначити, скількох суконь і костюмів треба зшити майстерні, щоб домогтися найвищої рентабельності виробництва.

Тканина	Норми витрат тканини на один виріб		Загальний обсяг ресурсів (м <sup>2</sup> )
	сукня	костюм	

Вид №1 (м <sup>2</sup> )	1,5	1,6	139
Вид №2 (м <sup>2</sup> )	0,5	1	65
Прибуток від реалізації одного виробу (у.г.о.)	30	50	

25. Для будівництва будинків обрані два проекти. По кожному з проєктів відома: тривалість різних видів будівельних робіт, кількість будівельних об'єктів, на яких можна вести одночасно ці види робіт, а також житлова площа будинку.

Вид робіт	Тривалість виконання (дні) для типового проєкту		Кількість об'єктів будівництва, на яких можна одночасно вести роботи
	A	B	
Закладка фундаменту	20	30	15
Монтажні роботи	8	7	4
Інші роботи	30	15	12
Житлова площа (м <sup>2</sup> )	3000	2000	

Скласти план будівництва, який максимізує введення житлової площі протягом року (300 робочих днів).

26. У деякій лікарні лікують два види хвороб: напади і травми хребта. У таблиці наведений час лікування одного хворого в хірургічній палаті, час використання для хворого томографічного сканера і час лікування хворого. У ній же наведено загальний обсяг зазначених ресурсів у рік.

Ресурси	Час лікування одного хворого		Загальний обсяг ресурсів
	Напади	Травми	
Хірургічна палата (год.)	–	2	2600
Томографічний сканер (год.)	1	1	2600
Місця (дні)	4	10	14600

Уряд забезпечує винагороду за кожен випадок лікування: 1000 у.г.о. за лікування нападу і 2000 у.г.о. за операцію на хребті. Якщо допустити, що лікарня може вільно приймати рішення про кількість пацієнтів, прийнятих для кожного виду лікування, то потрібно з'ясувати, яке поєднання пацієнтів принесе лікарні найбільший дохід.

27. Приватна виробнича фірма спеціалізується на виробництві технічних лаків. Представлена нижче таблиця містить інформацію про витрати ресурсів на 1 кг відповідного лаку, про загальний запас ресурсів, про ціни продажу і відповідні витрати виробництва для одиниці полірувального і матового лаків.

Ресурси	Норми витрат ресурсів на 1 кг лаку		Загальний обсяг ресурсів на день
	матового	полірувального	
Робочий час (люд.-год.)	0,1	0,2	400
Хімічна суміш (г)	0,05	0,02	100
Ціна продажу 1 кг, у.г.о.	13	16	
Витрати виробництва на 1 кг, у.г.о.	9	10	

Технологічні можливості заводу дозволяють випускати не більш 3000 кг лаку в день. Адміністрації даної компанії необхідно визначити щоденні обсяги виробництва кожного виду лаку, що дозволяють одержувати максимальний загальний дохід на тиждень.

28. З пункту А до пункту В щодня вирушають пасажирські і швидкі поїзди. У таблиці зазначені кількості вагонів різних типів, з яких щодня можна комплектувати поїзди, і число пасажирів, на які розраховані вагони. Визначити оптимальне число швидких і пасажирських поїздів, при якому кількість перевезених пасажирів буде максимальною.

Тип вагону	К-ть вагонів (шт) кожного типу в складі:		Парк вагонів, шт.	Число пасажирів в одному вагоні, люд.
	швидкого	пасажирського		
багажний	1	–	1	12
поштовий	1	–	–	18
жорсткий	4	58	8	88
купейний	6	40	4	79
м'який	4	32	2	35

29. З пункту А до пункту В щодня вирушають пасажирські і швидкі поїзди. У таблиці зазначені кількості вагонів різних типів, з яких щодня можна комплектувати поїзди, і число пасажирів, на яких розраховані вагони. Визначити оптимальне число швидких і пасажирських поїздів, при якому кількість перевезених пасажирів буде максимальною, за умови, що пропускна здатність дороги обмежує число пасажирських потягів до шести на день.

Тип вагону	К-ть вагонів (шт) кожного типу в складі:		Парк вагонів, шт.	Число пасажирів в одному вагоні, люд.
	швидкого	пасажирського		
багажний	1	–	1	12
поштовий	1	–	–	18
жорсткий	4	58	8	88
купейний	6	40	4	79
м'який	4	32	2	36

30. Для будівництва будинків обрані два проекти. По кожному з проектів відома: тривалість різних видів будівельних робіт, кількість будівельних об'єктів, на яких можна вести одночасно ці види робіт, а також житлова площа будинку.

Вид робіт	Тривалість виконання (дні) для типового проекту		Кількість об'єктів будівництва, на яким можна одночасно вести роботи
	А	В	
Закладка фундаменту	20	30	10
Монтажні роботи	10	5	5
Інші роботи	30	15	12
Житлова площа (м <sup>2</sup> )	3000	2000	

Скласти план будівництва, який максимізує введення житлової площі протягом року (300 робочих днів).

## 2.5 Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи №1

### Розв'язання задач лінійного програмування за допомогою інструмента «Solver»

Розглянемо задачу з прикладу 1.1.

Відповідно до математичної моделі поставленої задачі (2.8) і (2.9) підготуємо аркуш Excel для застосування інструмента «Solver» (див. рис. 2.4):

- 1) комірки B2:C2 (блакитна заливка) резервуємо для оптимальних значень змінних  $x_1$  і  $x_2$  (оптимального плану задачі), що будуть знайдені як результат застосування процедури «Solver»;
- 2) комірку D4 (зелена заливка) резервуємо для значення цільової функції на оптимальному плані;
- 3) у комірці B4:C4 вносимо значення коефіцієнтів цільової функції;
- 4) комірки B6:C6, B7:C7, B8:C8 заповнюємо коефіцієнтами при змінних у лівій частині відповідних обмежень;
- 5) у комірці F6:F8 (темно помаранчева заливка) записуємо значення правих частин відповідних обмежень;
- 6) у комірці E6:E8 вносимо знак нерівності у відповідному обмеженні;
- 7) комірки D6:D8(світло помаранчева заливка) резервуємо для значень лівих частин системи обмежень на оптимальному плані.

	A	B	C	D	E	F
1	<b>Змінні задачі</b>	$x_1$	$x_2$			
2	Значення					
3	<b>Цільво функція (ЦФ)</b>	Коеф. в ЦФ				
4	Прибуток (у.г.о)	50	70			
5	<b>Система обмежень (СО)</b>	Коеф. в СО		Ліва частина	знак	Права частина
6	Робочий час (люд.-год)	1	2		<=	900
7	Шкіра I сорту (шмат.)	3	1		<=	900
8	Шкіра II сорту (шмат.)	0	1		<=	400

Рис. 2.4 – Представлення вихідних даних на аркуші Excel

Розглянемо подання цільової функції (2.9) і системи обмежень (2.10). Внесемо формули, помітивши, що значення цільової функції (зелена комірка D4) дорівнює сумі добутків невідомих значень змінних (блакитні комірки B2:C2) на коефіцієнти цільової функції (комірці B4:C4), а значення лівих частин системи обмежень (світло помаранчеві комірки D6, D7 і D8) дорівнюють сумі добутків невідомих значень змінних (блакитні комірки B2:C2) на коефіцієнти лівих частин системи обмежень (комірці B6:C6, B7:C7, B8:C8 відповідно). Для цього в цільову комірку D3 вносимо формулу

$$\text{SUMPRODUCT}(\$B\$2;\$C\$2;B4;C4),$$

яку копіюємо в комірки D5, D6 і D7 з модифікаціями.

Для внесення в комірку D4 зазначених формул необхідно

- 1) поставити курсор у комірку D3;
- 2) викликати “Insert Function” за допомогою кнопки  $f_x$  (див. рис. 2.5);

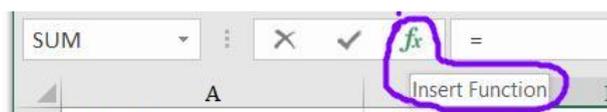
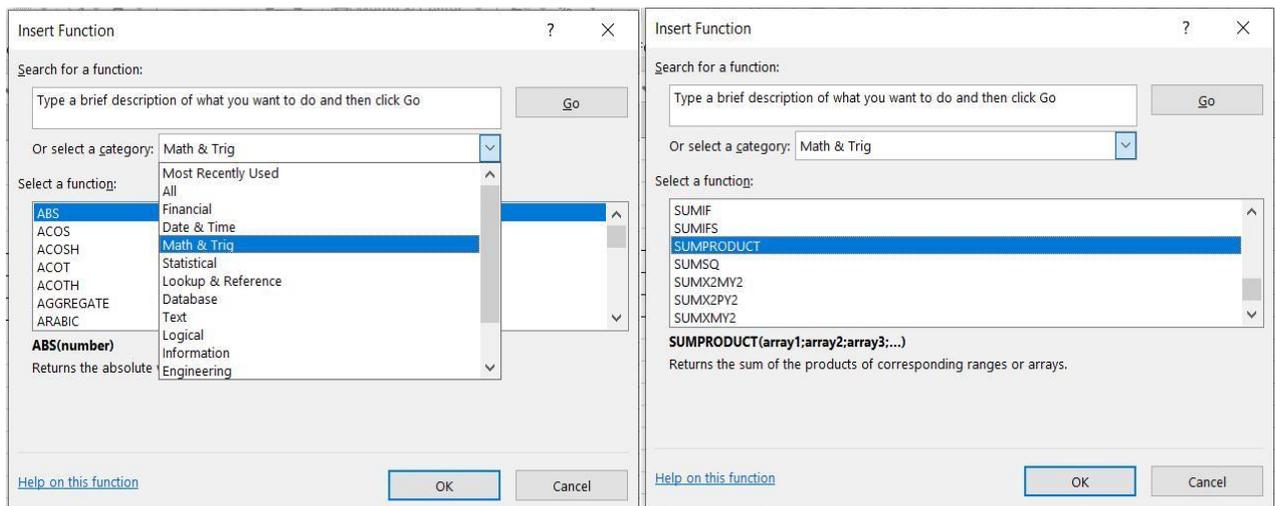


Рис. 2.5 – Розміщення кнопки майстра функцій

- 3) серед категорій майстра функцій вибрати «Math & Trig» (рис. 2.6, а);
- 4) серед вбудованих функцій цієї категорії відмітити «SUMPRODUCT» (рис. 2.6, б) і натиснути «ОК»;



а) б)  
Рис. 2.6 – Екранна форма «Мастер функций»

5) в екранній формі (див. рис. 2.7), що з'явилася, поставити курсор у «Array 1», виділити на аркуші Excel комірки B2:C2 (відповідають зарезервованим значенням змінних), потім привласнити їм абсолютні адреси натисканням функціональної клавіші «F4»; перевести курсор у «Array 2» і виділити на аркуші Excel комірки B3:C3 (відповідають значенням коефіцієнтів цільової функції).

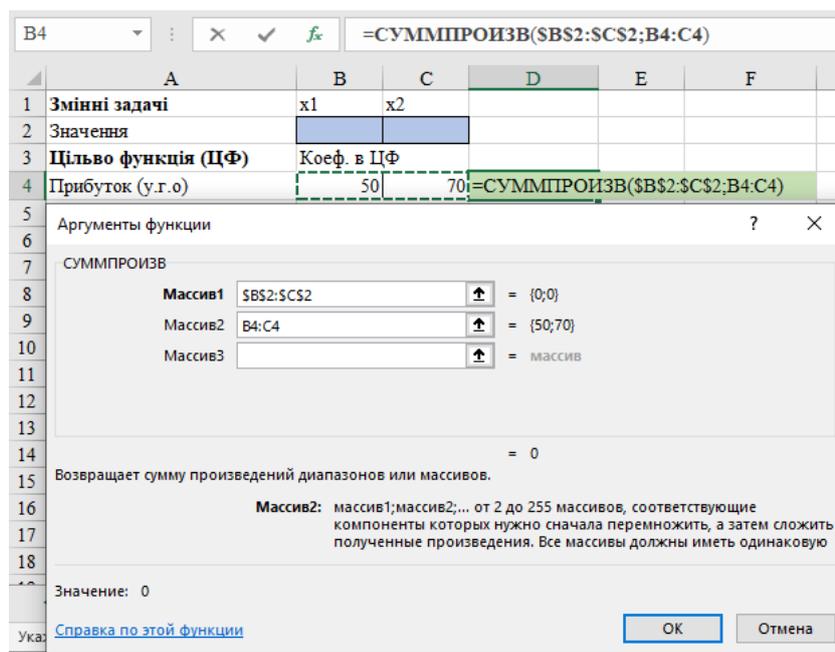


Рис. 2.7 – Програмування цільової комірки  
Після копіювання формул у комірки D5, D6 і D7 вони будуть модифіковані так, як показано на рис. 2.8.

	A	B	C	D	E	F
1	Змінні задачі	x1	x2			
2	Значення					
3	Цільово функція (ЦФ)	Коеф. в ЦФ				
4	Прибуток (у.г.о)	50	70	=SUMPRODUCT(\$B\$2:\$C\$2;B4:C4)		
5	Система обмежень (СО)	Коеф. в СО		Ліва частина	знак	Права частина
6	Робочий час (люд.-год)	1	2	=SUMPRODUCT(\$B\$2:\$C\$2;B6:C6)	<=	900
7	Шкіра I сорту (шмат.)	3	1	=SUMPRODUCT(\$B\$2:\$C\$2;B7:C7)	<=	900
8	Шкіра II сорту (шмат.)	0	1	=SUMPRODUCT(\$B\$2:\$C\$2;B8:C8)	<=	400

Рис. 2.8 – Програмування комірок, що відповідають значенню цільової функції і значенням лівих частин системи обмежень

Якщо вкладка «Data» у меню Microsoft Excel не містить інструмент «Solver», як це показано на рис. 2.9, то для додавання цього інструмента в перелік необхідно виконати такі дії:

- 1) натиснути «File» в меню MS Excel, потім «More», після чого «Options» (рис. 2.10, а);
- 2) в екранній формі «Excel Options» клацнути «Add-ins», а у формі, що з'явилася, клацнути «Go...» (рис. 2.10, б);
- 3) у вікні «Add-ins» відмітити прапорцем «Solver Add-in» (рис. 2.10, в).

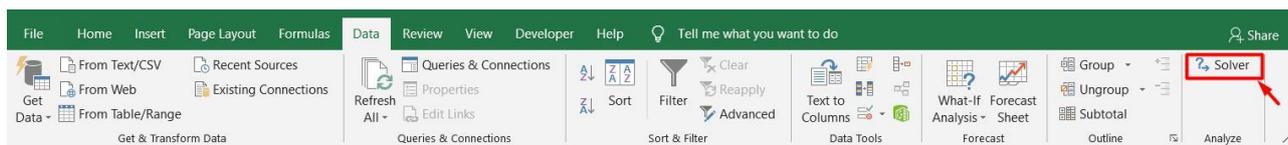


Рис. 2.9 – Місце розміщення інструмента «Solver»

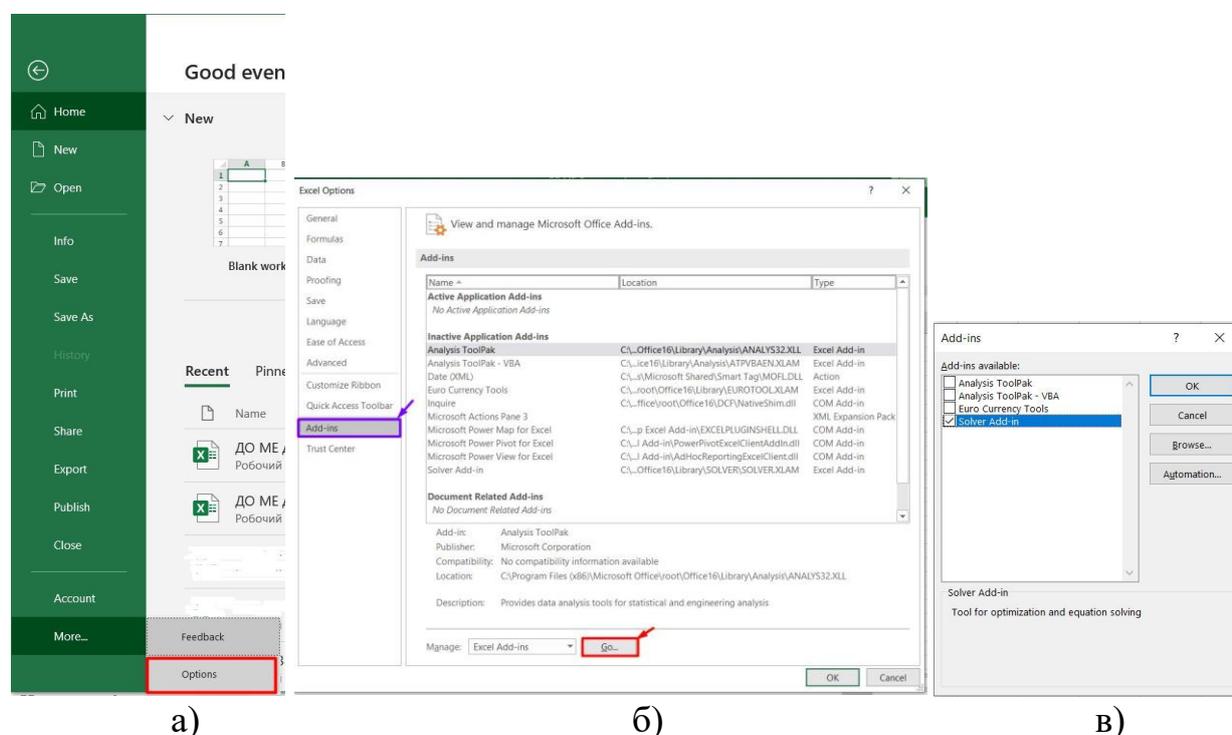


Рис. 2.10 – Додавання процедури «Solver» в меню «File» MS Excel

У результаті пророблених операцій аркуш Excel готовий для запуску процедури «Solver». Вибираємо в «Data» процедуру «Solver» (див. рис. 2.9).

Відповідно до математичної моделі (2.9), (2.10) в екранній формі «Solver Parameters» (див. рис 1.11)

- 1) встановлюємо цільову комірку \$D\$4 (зелена), відзначаючи її на аркуші Excel;
- 2) відзначаємо прапорцем тип оптимізації, виходячи з умов задачі: у даному випадку – це максимум;
- 3) переводимо курсор в «By Changing Variable Cells:» і виділяємо на аркуші Excel комірки \$B\$2:\$C\$2, що відповідають зарезервованим значенням змінних (блакитні);

- 4) переводимо курсор в «Subject to the Constraints:», клацаємо «Add»;
- 5) в екранній формі «Add Constraint» (рис. 2.12)
  - а) робимо посилання на комірки в «Cell Reference:» (шляхом їхнього виділення на аркуші Excel), що відповідають лівим частинам системи обмежень  $SD\$6:SD\$8$ ; ці комірки містять результат обчислень відповідно до введених раніше формул;
  - б) встановлюємо знак, що відповідає знаку нерівності системи обмежень: у даному випадку це «<=»;
  - в) переводимо курсор в «Constraint:», посилаючись на комірки, що відповідають правим частинам системи обмежень  $FF\$6:FF\$8$ , виділяючи їх на аркуші Excel;
  - г) натискання «ОК» повертає нас в екранну форму «Solver Parameters»;

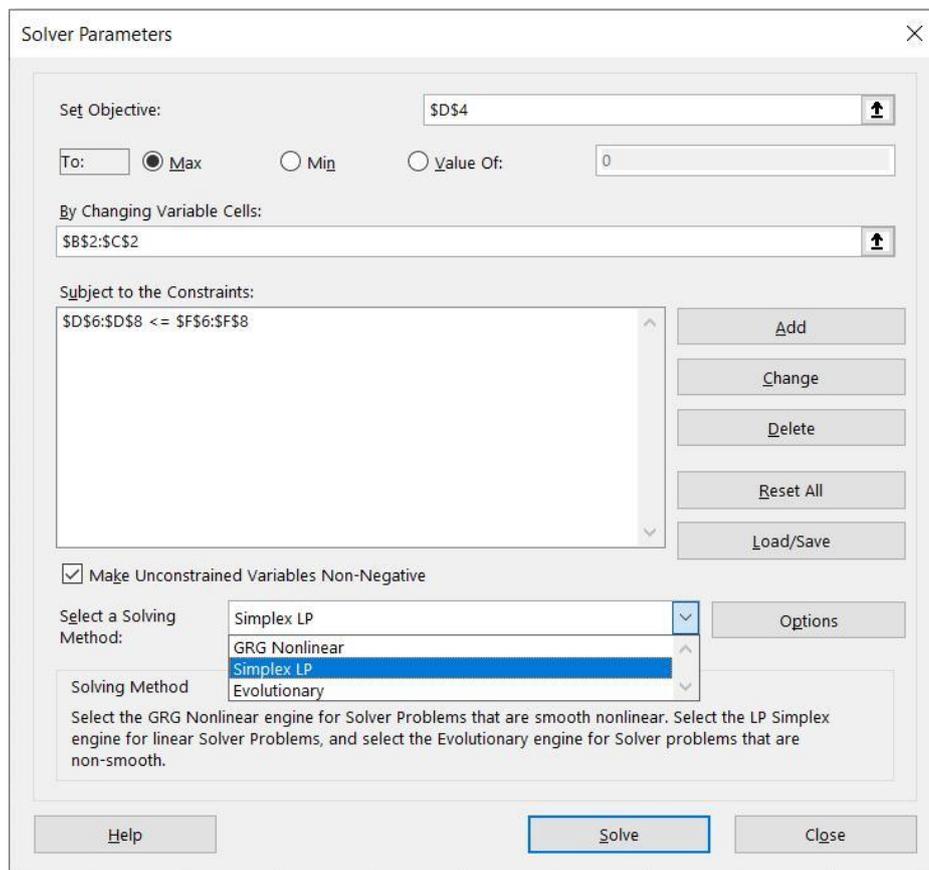


Рис. 2.11 – Екранна форма «Solver Parameters»

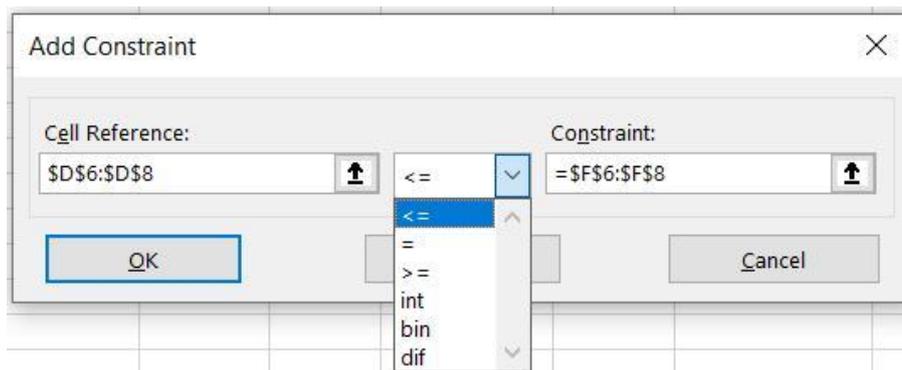


Рис. 2.12 – Екранна форма «Add Constraint»

- б) відмічаємо прапорцем «Make Unconstraint Variables Non-Negative»;  
 7) у вікні «Solver Parameters» обираємо метод розв’язання у спадному меню: «Simplex LP» (рис. 2.11);

8) натискаємо «Solve», у результаті чого (рис. 2.13) на аркуші Excel у комірках B2:C2 висвічуються шукані значення оптимальних змінних (оптимальний план), у комірці D4 – значення цільової функції на оптимальному плані, а в екранній формі, що з’явилися, «Solver Results», пропонується зробити один з видів звіту («Reports»), з яких вибираємо звіт «Sensitivity» і натискаємо «OK». Аркуш «Sensitivity Report» представлений на рис. 2.14.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Змінні задачі	x1	x2				
2	Значення	180	360				
3	Цільово функція (ЦФ)	Коеф. в ЦФ					
4	Прибуток (у.г.о)	50	70	34200			
5	Система обмежень (СО)	Коеф. в СО		Ліва частина	знак	Права частина	
6	Робочий час (люд.-год)	1	2	900	<=	900	
7	Шкіра I сорту (шмат.)	3	1	900	<=	900	
8	Шкіра II сорту (шмат.)	0	1	360	<=	400	

Solver Results

Solver found a solution. All Constraints and optimality conditions are satisfied.

Keep Solver Solution  
 Restore Original Values

Return to Solver Parameters Dialog  
 Outline Reports

**Reports**

Creates the type of report that you specify, and places each report on a separate sheet in the workbook

Reports list: Answer, **Sensitivity**, Limits

Рис. 2.13 – Результати роботи процедури «Solver»

Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$B\$2	Значення x1	180	0	50	160	15
\$C\$2	Значення x2	360	0	70	30	53.33333333

Cell	Name	Final Value	Shadow Price	Constraint R.H. Side	Allowable Increase	Allowable Decrease
\$D\$6	Робочий час (люд.-год) Ліва частина	900	32	900	66,66666667	600
\$D\$7	Шкіра I сорту (шмат.) Ліва частина	900	6	900	1800	200
\$D\$8	Шкіра II сорту (шмат.) Ліва частина	360	0	400	1E+30	40

Рис. 2.14 – Екранна форма аркуша «Sensitivity Report»

На аркуші «Sensitivity Report» наявна інформація про значення змінних, розміщена в комірках D9, D10, а також «тіньових цін» – в E15:E17. Останні будуть корисними для порівняння результатів, отриманих при розв’язанні двоїстої задачі.

Проте, значення цільової функції відсутнє. Повторно запусимо на виконання «Solver» і зробимо запит на звіт «Answer». На рис 2.15 наведена екранна форма аркуша «Answer Report». У цій формі можна знайти, як значення основних змінних (E21:E22) і додаткових (G27:G29), так і цільової функції в комірці E16.

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$D\$4	Прибуток (у.г.о)	0	34200

Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
\$B\$2	Значення x1	0	180	Contin
\$C\$2	Значення x2	0	360	Contin

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$D\$6	Робочий час (люд.-год) Ліва частина	900	\$D\$6<=\$F\$6	Binding	0
\$D\$7	Шкіра I сорту (шмат.) Ліва частина	900	\$D\$7<=\$F\$7	Binding	0
\$D\$8	Шкіра II сорту (шмат.) Ліва частина	360	\$D\$8<=\$F\$8	Not Binding	40

Рис. 2.15 – Екранна форма аркуша «Answer Report»

Змістовна відповідь при отриманні розв’язку таким способом не відрізняється від наведеної у п. 2.2.2 або 2.2.3.

**Питання для самоконтролю до теми 2 і лабораторної роботи №1**

1. Викласти алгоритм розв'язання задачі лінійного програмування з двома змінними графічним методом.
2. Викласти алгоритм розв'язання ЗЛП симплексним методом.
3. Викласти алгоритм розв'язання ЗЛП за допомогою інструмента «Solver» MS Excel.