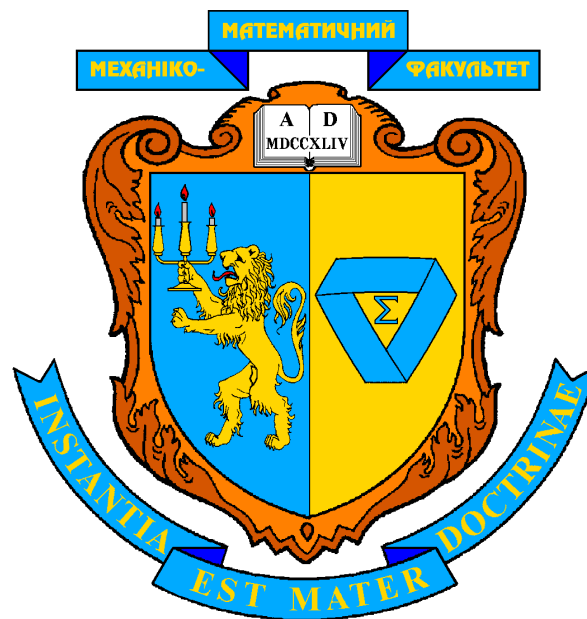


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет ім. Івана Франка



РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторної роботи № 2
з курсу "Фінансова математика"

Львів 2021

Мета роботи – навчити студентів проводити розрахунки показників ефективності інвестиційних проектів, зокрема чистої теперішньої вартості, внутрішньої ставки доходності та дисконтного терміну окупності за допомогою електронних таблиць.

1. ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Показники фінансової ефективності інвестицій

В основі оцінки інвестиційних проектів лежить оцінка грошових потоків, які передбачаються за цими проектами.

Позначимо:

n – тривалість інвестиційного проекту в часових періодах;

A_t – об'єм інвестицій в момент часу $0 \leq t \leq n$, $A = (A_0, A_1, \dots, A_n)$ – вектор інвестицій;

R_t – доходи від проекту в момент часу t ; $R = (R_0, R_1, \dots, R_n)$ – вектор доходів;

r – необхідна ставка доходу за проектом.

Схематично грошовий потік для інвестиційного проекту показано на рис.1.

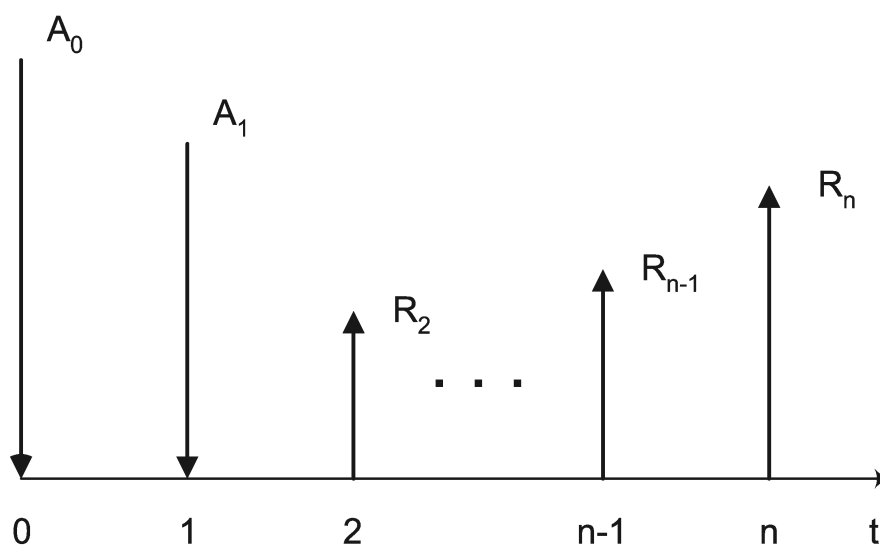


Рис. 1. Грошовий потік для інвестиційного проекту.

Для оцінки проектів застосовуються один або декілька з наступних показників, для більшості з яких реалізовані спеціальні функції у середовищі MS EXCEL.

Чистий дисконтний дохід (ЧДД), або **чиста теперішня вартість (ЧТВ)**, англ. – Net present value (NPV), це – різниця між теперішньою вартістю доходів і теперішньою вартістю інвестованих коштів, тобто:

$$NPV(r, n, A, R) = P(r, n, R) - E(r, n, A), \quad (1)$$

де

$$P(r, n, R) = \sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1+r)^t}, \quad E(r, n, A) = \sum_{t=0}^n \frac{A_t}{(1+r)^t}. \quad (2)$$

Чистий дисконтний дохід характеризує можливий приріст (зменшення) капіталу інвестора у результаті реалізації проекту у порівнянні з альтернативним вкладенням під ставку r . Якщо $NPV(r, n) > 0$, то інвестиційний проект є вигідним, коли $NPV(r, n) < 0$, то вигідніше вкласти свій капітал в банк під ставку r на n років (з капіталізацією процентів).

У середовищі MS EXCEL передбачено функції NPV та PV , які розраховують теперішню вартість потоку платежів постнумерандо. Для розрахунку ЧТВ можна скористатись цими функціями, додаючи до отриманого значення платіж, здійснений у початковий момент часу.

Чистий майбутній дохід (ЧМД), англ. – Net Future value (NFV), це – чиста вартість доходу за проектом на момент часу $t = n$. Її розраховують нарощенням суми ЧДД на момент часу $t = n$:

$$FV(r, n, A, R) = NPV(r, n, A, R)(1+r)^n. \quad (3)$$

Показники ЧДД та МВ є абсолютними показниками, поряд з ними широко використовують такі відносні показники як індекс доходності та внутрішня норма доходності.

Індекс доходності (ІД), англ. – Profitability index (PI), це – відношення теперішньої вартості доходів до теперішньої вартості інвестицій:

$$PI(r, n, A, R) = \frac{P(r, n, R)}{E(r, n, A)}. \quad (4)$$

Внутрішня норма(ставка) доходності (ВНД), англ. – Internal rate of return (IRR), це – процентна ставка r , за якої чиста теперішня вартість за проектом дорівнює нулю, тобто

$$NPV(IRR, n, A, R) = 0. \quad (5)$$

Умови, які забезпечують існування та єдиність розв'язку цього рівняння сформульовано у роботі [Мельников].

Розглянемо інвестиційний проект класичного типу, який вимагає одноразових інвестицій у розмірі A і породжує сталий потік доходів у розмірі R . Тоді рівняння (5) матиме вигляд:

$$NPV(r) = -A + R \frac{1 - (1+r)^{-n}}{r} = 0. \quad (6)$$

Його додатний розв'язок існує та єдиний за умови $nR > A$.

Чим більша величина ВСД тим вища ефективність проекту. Нехай i – норма доходу за альтернативним проектом, якщо $IRR > i$, то вихідний проект у порівнянні з альтернативним є більш вигідним.

Для розрахунку цієї величини в середовищі EXCEL передбачена функція **IRR**.

Дисконтний строк окупності (n_0) – це найменший час, за який чиста теперішня вартість за проектом стане додатною:

$$n_0 \rightarrow \min_{\substack{m \in \mathbb{N}, \\ NPV(i, m, A, R) > 0}} m. \quad (7)$$

Зауважимо, що без врахування вартості грошей у часі показники чистого дисконтного доходу та дисконтного терміну окупності перетворюються у так звані "прості показники" – чистого доходу та терміну окупності.

Порівняння ефективності різних інвестиційних проектів здійснюють шляхом порівняння одного або декількох їхніх показників [1, 4]. Якщо, при порівнянні за декількома показниками виникає протиріччя, то використовують додаткові міркування.

У фінансовому аналізі також застосовують модифіковані величини. **Модифікована чиста теперішня вартість** (NPV^*) передбачає реінвестування отриманих прибутків за деякою ставкою r^* до кінця дії проекту:

$$NPV^*(r, r^*, n, A, R) = \frac{TV(r^*, n, R)}{(1+r)^n} - E(r, n, A), \quad (8)$$

де

$$TV(r^*, n, R) = \sum_{t=0}^n R_t (1+r^*)^{n-t} - \text{кінцева вартість проекту (terminal value) -}$$

вартість прибутків реінвестованих за ставкою r^* на кінець дії проекту.

Модифікована внутрішня ставка дохідності (Modified internal rate of return – MIRR) передбачає реінвестування прибутків за ставкою r^* і визначається з умови

$$\frac{TV(r^*, n, R)}{(1 + MIRR)^n} - E(r, n, A) = 0, \quad (9)$$

тобто

$$MIRR = \left(\frac{TV(r^*, n, R)}{E(r, n, A)} \right)^{\frac{1}{n}} - 1. \quad (10)$$

Для розрахунку цієї величини в EXCEL передбачена функція **MIRR**. Величини r та r^* часто покладають рівними вартості капіталу фірми.

1.2 Фінансові функції

У середовищі Microsoft Office Excel 2007 передбачено більше 50-ти фінансових функцій. Розглянемо ряд функцій, які можна використати для розрахунку показників ефективності фінансових потоків. Додатково можна скористатися довідкою Excel.

ЧПС (ставка; значення1; значення2; ...), англійська назва – **NPV**, розраховує теперішню вартість (а не чисту приведену вартість) для фінансової ренти постнумерандо, коли розміри членів ренти довільні.

Параметри:

ставка – процентна ставка за період – i ;

значення1; значення2; ... – від 1 до 254 значень потоку платежів, можна задати як діапазон комірок.

ПС (ставка; кпер; вилата; бс; тип), англійська назва – **PV**, розраховує теперішню вартість для постійної фінансової ренти постнумерандо (за період до першої виплати).

Параметри:

ставка – процентна ставка за період – i ;

кпер – кількість періодів;

плт – член ренти (показується з від'ємним знаком),

бс – одноразовий внесок в кінці строку – балансова майбутня вартість (показується з від'ємним знаком), якщо параметр відсутній, його значення приймається рівним нулю;

тип – тип ренти: **0** або відсутній – оплата в кінці періоду (рента постнумерандо), **1** – оплата на початку періоду (рента преднумерандо).

ЧИСТНЗ(ставка; значення; дати), англійська назва – **XNPV**, повертає чисту теперішню вартість інвестиції, обчислену на основі неперіодичного потоку платежів. Якщо ця функція недоступна, потрібно підключити додаток "Пакет Аналізу".

Параметри:

ставка – річна процентна ставка, яка використовується;

значення – ряд виплат, відповідно до розкладу, приведеному в аргументі **дати**.

Додатково див. довідку Excel.

БС (ставка; кпер; плт; пс; тип), англійська назва – **FV**, розраховує майбутню вартість для постійної фінансової ренти.

Параметри:

ставка – процентна ставка за період;

кпер – число періодів;

плт – член ренти (показується з від'ємним знаком):

пс – одноразова плата на початку строку (показується з від'ємним знаком), якщо параметр відсутній, його значення приймається рівним нулю, **тип** – тип ренти: **0** або відсутній – оплата в кінці періоду (рента постнумерандо), **1** – оплата на початку періоду (рента преднумерандо).

ВСД (значення; прогноз), англійська назва **IRR**, повертає внутрішню ставку доходності для потоку платежів, шляхом розв'язування рівняння (5).

Параметри:

значення – потік платежів (містить від'ємні та додатні величини);

прогноз – очікуване значення ставки прибутковості (за замовчуванням дорівнює 0,1).

ЧИСТВНДОХ(значення; дати; прогноз), англійська назва – **XIRR**, повертає внутрішню ставку доходності для неперіодичного потоку платежів.

Параметри:

значення – ряд виплат, відповідно до розкладу, приведеному в аргументі **дати**,

прогноз – початкове наближення.

Додатково див. довідку Excel.

МВСД (значення; ставка_ф; ставка_р), англійська назва – **MIRR**, розраховує модифіковану внутрішню ставку доходності для ряду послідовних періодичних платежів за формулою (9).

Параметри:

значення – потік платежів (містить від'ємні та додатні величини);

ставка_ф – процентна ставка за період;

ставка_р – процентна ставка реінвестування за період.

2. ЗАВДАННЯ

2.1. Визначення внутрішньої ставки доходності

Розгляньте інвестиційний проект класичного типу на термін n місяців. Проект передбачає одноразові інвестиції у розмірі A та щомісячний дохід величини R . Чиста теперішня вартість цього проекту на основі формули (6) дорівнює:

$$NPV(i) = -A + R \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i}, \quad (11)$$

де i – процентна ставка.

Для цього проекту, відповідно до індивідуального варіанту – номер студента у списку групи (див. табл. 1.), проведіть наступні дослідження:

1) Сформууйте таблицю залежності чистої теперішньої вартості $NPV(i)$ від процентної ставки, змінюючи її з деяким малим кроком h (починаючи з величини h до величини, достатньої щоб зафіксувати зміну знаку функції).

Побудуйте графік функції $NPV(i)$.

2) Знайдіть внутрішню ставку доходності IRR інвестиційного проекту різними способами: за даними таблиці, графічно, використовуючи надбудову Пошук Розв'язку (Solver) та за допомогою стандартної функції ВСД (IRR). Порівняйте отримані результати.

Таблиця 1. Варіанти завдань по знаходженню ВСД

Варіант	Термін, n	Початкові інвестиції, A	Щомісячний дохід, R
1	16	100000	10000
2	16	160000	15000
3	16	180000	20000
4	16	200000	25000
5	18	120000	10000
6	18	180000	15000
7	18	240000	20000
8	18	300000	25000
9	20	160000	10000
10	20	200000	15000
11	20	280000	20000
12	20	340000	25000
13	22	180000	10000
14	22	240000	15000
15	22	300000	20000

16	10	100000	12000
17	11	160000	16000
18	12	180000	16000
19	13	200000	17000
20	14	120000	10000
21	15	180000	14000
22	16	240000	16000
23	17	300000	20000
24	18	160000	10000
25	19	200000	12000
26	20	280000	15000
27	21	340000	18000
28	22	180000	10000
29	23	240000	12000
30	24	300000	14000

2.2. Розрахунок дисконтного терміну окупності та порівняння інвестиційних проектів

Порівняйте три задані інвестиційні проекти за показниками чистої теперішньої вартості (ЧТВ), внутрішньої ставки доходності (ВСД) та дисконтного терміну окупності (ДТО). Варіанти завдань за номерами студентів задано у табл.2. Приклади варіантів виділено кольором.

3. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1. Визначення внутрішньої ставки доходності

Розв'язування цієї задачі в середовищі Microsoft Office Excel 2007 розглянемо для випадку $n = 16$, $A = 150000$, $R = 13000$.

Насамперед задаємо вхідні дані (див. рис. 1). Далі табулюємо вихідну функцію (11). Для цього шляхом автозаповнення формуємо стовпчик аргументів, у першій комірці другого стовпчика записуємо необхідну формулу, яку копіюємо у нижні комірці шляхом протягування.

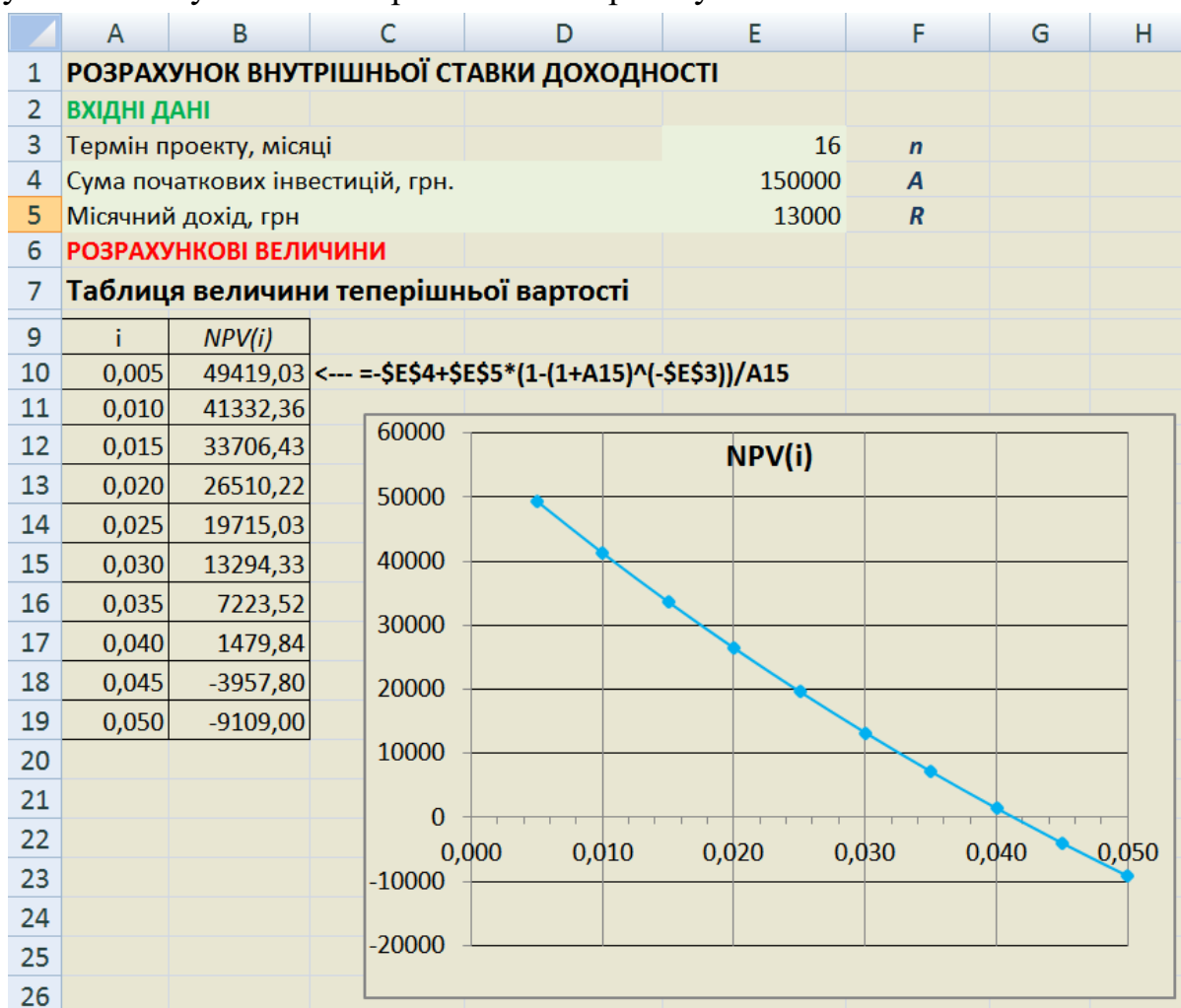


Рис. 2. Табуляція та побудова графіка функції $NPV(i)$.

Для побудови графіка виділяємо таблицю і на вкладці **Вставка** вибираємо пункт **Точечная с гладкими кривыми и маркерами**. Отримуємо графік, оформлений відповідно до налаштувань за замовчуванням. За потреби редагуємо оформлення графіка використовуючи вкладку **Работа с диаграммами**. Кінцевий вигляд графіка показано на рис. 1.

Знаходимо наближене значення ВСД: за даними таблиці – $IRR \approx 0,040$, за графіком – $IRR \approx 0,042$.

Для точнішого знаходження значення IRR можна скористатися засобами **Поиск решения (Solver)** або **Подбор параметра**.

Розглянемо використання надбудови **Поиск решения (Solver)**, яка має більші функціональні можливості.

За замовчуванням у Microsoft Office Excel 2007 надбудова **Поиск решения** відключена. Щоб активізувати її, натисніть значок **Кнопка Microsoft Office**, далі – **Параметры Excel**, а потім виберіть категорію **Надстройки**. В поле **Управление** виберіть значення **Надстройки Excel** і натисніть кнопку **Перейти**. В полі **Доступные надстройки** встановіть відмітку рядом з пунктом **Поиск решения** і натисніть кнопку **ОК**. Після цього на вкладці **Данные** в категорії **Анализ** з'явиться кнопка **Поиск решения**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	РОЗРАХУНОК ВНУТРІШНЬОЇ СТАВКИ ДОХОДНОСТІ									
2	ВХІДНІ ДАНІ									
3	Термін проекту, місяці					16	<i>n</i>			
4	Сума початкових інвестицій, грн.					150000	<i>A</i>			
5	Місячний дохід, грн					13000	<i>R</i>			
6	РОЗРАХУНКОВІ ВЕЛИЧИНИ									
7	Таблиця величини теперішньої вартості									
9	<i>i</i>	<i>NPV(i)</i>								
10	0,0050	49419,03								
11	0,0100	41332,36								
12	0,0150	33706,43								
13	0,0200	26510,22								
14	0,0250	19715,03								
15	0,0300	13294,33								
16	0,0350	7223,52								
17	0,0400	1479,84								
18	0,0450	-3957,80								
19	0,0500	-9109,00								
20										
21										
22										

Поиск решения

Установить целевую ячейку:

Равной: максимальному значению значению:

минимальному значению

Изменяя ячейки:

Ограничения:

Рис. 3. Діалогове вікно надбудови **Поиск решения**.

Надбудова **Поиск решения** дозволяє розв'язувати задачі оптимізації та знаходити розв'язки нелінійних рівнянь.

Після натиснення на кнопку **Поиск решения** відкривається діалогове вікно опису параметрів задачі (рис. 2). У полі **Установить целевую ячейку** вказуємо адресу комірки, у якій розраховується цільова функція, у групі перемикачів **Равной** вибираємо **значению** та вводимо **0**. Далі у полі **Изменяя ячейки** вказуємо комірки, які є змінними задачі.

Після натиснення кнопки **Выполнить** здійснюється пошук розв'язку, який розміщується у комірки вказані як змінні задачі, і відкривається діалогове вікно **Результаты поиска решения** (рис. 4). За його допомогою можна зберегти отримані результати та вивести звіт.

Уточнене значення ВСД дорівнює $IRR \approx 0,0413$.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	РОЗРАХУНОК ВНУТРІШНЬОЇ СТАВКИ ДОХОДНОСТІ								
2	ВХІДНІ ДАНІ								
3	Термін проекту, місяці				16	<i>n</i>			
4	Сума початкових інвестицій, грн.				150000	<i>A</i>			
5	Місячний дохід, грн				13000	<i>R</i>			
6	РОЗРАХУНКОВІ ВЕЛИЧИНИ								
7	Таблиця величини теперішньої вартості								
9	<i>i</i>	<i>NPV(i)</i>							
10	0,0050	49419,03							
11	0,0100	41332,36							
12	0,0150	33706,43							
13	0,0200	26510,22							
14	0,0250	19715,03							
15	0,0300	13294,33							
16	0,0350	7223,52							
17	0,0413	0,00							
18	0,0450	-3957,80							
19	0,0500	-9109,00							
20									

Результаты поиска решения ✖

Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены.

Тип отчета
 Результаты
 Устойчивость
 Пределы

Сохранить найденное решение
 Восстановить исходные значения

Рис. 4. Вікно **Результаты поиска решения**

Значення внутрішньої ставки доходності можна також знайти за допомогою фінансової функції ВСД (IRR). Для цього потрібно задати у стовпчику планові інвестиції та надходження і скористатися вказаною функцією.

3.2. Розрахунок дисконтного терміну окупності та порівняння інвестиційних проектів

Розглянемо розрахунок показників ЧТВ, ВСД та ДТО для деякого інвестиційного проекту (Рис. 5).

Насамперед, у комірці С1 задаємо необхідну процентну ставку. Далі формуємо стовпчики: часових моментів n , грошового потоку R та чистої теперішньої вартості потоку до моменту часу n – $NPV(n)$.

Для розрахунку ЧТВ використовуємо функцію ЧПС (NPV), а для знаходження ВСД однойменну функцію ВСД (IRR), які було описано у п.1.1. Для розрахунку дисконтного терміну окупності зручно скористатися функцією СЧЁТЕСЛИ та стовпцем величин $NPV(n)$.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		i=	0,05					
2								
3		n	R	NPV(n)				
4		0	-100	-100,00 <--=C4				
5		1	-50	-147,62 <--=C\$4+ЧПС(\$D\$1;C\$5:C5)				
6		2	20	-129,48 <--=C\$4+ЧПС(\$D\$1;C\$5:C6)				
7		3	20	-112,20				
8		4	20	-95,75				
9		5	20	-80,08				
10		6	20	-65,15				
11		7	20	-50,94				
12		8	20	-37,40				
13		9	20	-24,51				
14		10	40	0,05				
15		11	40	23,43				
16								
17		SUMM	90	<--=СУММ(C4:C16)				
18		NPV	23,43	<--=C4+ЧПС(\$D\$1;C5:C15)				
19		IRR	7,49%	<--=ВСД(C4:C15)				
20		DPP	10	<--=СЧЁТЕСЛИ(D5:D15;"<0")+1				
21								

Рис. 5. Розрахунок показників ефективності інвестиційного проекту

Для порівняння ефективності кількох проектів проводимо розрахунки показників ефективності для цих проектів і порівнюємо їх.

4. ВИМОГИ ДО ЗВІТУ

4.1 Зміст

Звіт про лабораторну роботу повинен включати:

1. Титульну сторінку (див. Додаток А)
2. Мету роботи.
3. Короткі теоретичні відомості, включаючи формули.
4. Виконання завдань відповідно до варіанту, з отриманими результатами, поясненнями та висновками.
5. Загальні висновки.

4.2 Вимоги до оформлення

Звіт оформляється за допомогою редактора Word на листах формату А4. Поля: ліве – 3 см, праве – 1 см, нижнє та верхнє – 2 см. Нумерація сторінок – вгорі справа.

Основний шрифт Times New Roman – звичайний, розмір – 14 пт, міжстрічковий інтервал – 1,5.

Рубрикація, оформлення формул, таблиць, рисунків, додатків – як у цих вказівках.

4.3 Захист роботи

Захист роботи здійснюється у два етапи:

1. Здача роботи у електронній формі, пояснення ходу виконання завдань.
2. Здача звіту в текстовій формі, відповідь на контрольні запитання.

5. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Дайте означення чистої теперішньої вартості грошового потоку.
2. За допомогою яких функцій EXCEL легко розрахувати чисту теперішню вартість ?
3. Що таке індекс доходності інвестиційного проекту ?

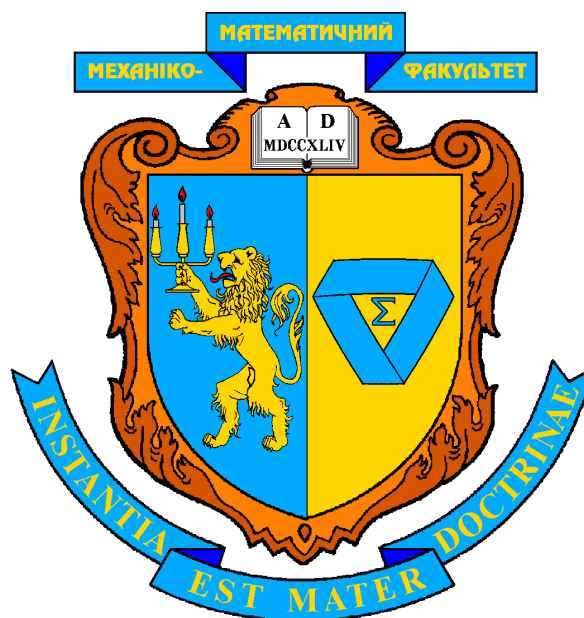
4. Що таке внутрішня ставка доходності інвестиційного проекту ?
5. Яку функцію EXCEL застосовують для розрахунку внутрішня ставка доходності ?
6. Як розраховується дисконтний термін окупності.
7. Назвіть основні абсолютні показники ефективності інвестиційного проекту.
8. Назвіть основні відносні показники ефективності інвестиційного проекту.
9. Як порівняти два інвестиційні проекти за показником ЧТВ ?
10. Як порівняти інвестиційний проект і депозитний вклад ?

6. ЛІТЕРАТУРА

1. Бакаєв Л. О. Кількісні методи в управлінні інвестиціями. – К.: КНЕУ, 2000. – 151 с.
2. Гарнаев А. Использование MS Excel и VBA в экономике и финансах. – Спб.: БХВ, 2000. – С.74-106.
3. Мельников А. В., Попова Н. В., Скорнякова В. С. Математические методы финансового анализа. – М.: Анкил, 2006. – 439 с.
4. Четыркин Е.М. Финансовая математика. – М.: Дело, 2000. – 400 с.
5. Заболоцький М. В. Основи фінансової математики: навч. посібник / М. В. Заболоцький, І. А. Прокопишин. – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2016. – 144 с.
6. Мельников А. В. Математические модели финансового анализа / А. В. Мельников, Н. В. Попова, В. С. Скорнякова. – М.: Анкил, 2006. – 439 с.

Додаток А
Оформлення титульної сторінки звіту

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет ім. Івана Франка



ЗВІТ
про виконання лабораторної роботи № 2
РОЗРАХУНОК ФІНАНСОВИХ РЕНТ
з курсу "Фінансова математика"

Виконав: ст. гр. МтФ-51
Іваненко П. П.

Прийняв: доц. Прокопишин І. А.

Львів 2021