

ПРАКТИЧНА РОБОТА №6

Тема: Розрахунок економічної ефективності впровадження цифрової системи безпеки на підприємстві

Мета

1. Навчитися визначати витрати й вигоди від цифрових рішень у охороні праці.
2. Освоїти розрахунок **ROI, Payback Period, NPV, IRR** і «капіталізації ризиків».
3. Навчитись інтерпретувати результати та робити управлінські висновки.

Очікувані результати навчання

Після виконання роботи студент уміє:

- сформувати кошторис витрат (CAPEX/OPEX/навчання/аудит);
- побудувати модель грошових потоків;
- розрахувати ROI, PP, NPV, IRR з обґрунтованою ставкою дисконту;
- оцінити ефект від зниження ризиків (Expected Loss);
- підготувати коротку інвест-пропозицію (1 стор.) для керівництва.

Вихідні дані (типовий кейс — можна змінювати під галузь)

Підприємство впроваджує **цифрову систему моніторингу** (газоаналізатори CO/NH₃, вібрація, шум, дашборд + оповіщення):

- **CAPEX (рік 0):**
 - Датчики та шлюзи — 90 000 \$
 - Ліцензії/інтеграція/SCADA/EHS — 40 000 \$
 - Сервер/мережа — 20 000 \$
 - Разом CAPEX: 150 000 \$**
- **OPEX (щороку з 1-го року):**
 - Калібрування/сервіс/витратні — 10 000 \$
 - Хмарні сервіси/підписки — 6 000 \$
 - Підтримка IT — 4 000 \$
 - Разом OPEX/рік: 20 000 \$**

- Навчання персоналу (разово, рік 0): 8 000 \$
 - Сертифікація ISO 45001 (рік 1): 7 000 \$
 - Очікувані щорічні вигоди (з 1-го року):
 - Зниження страхових виплат і лікування — 30 000 \$
 - Скорочення простоїв обладнання — 45 000 \$
 - Оптимізація ЗІЗ та процедур — 10 000 \$
 - Капіталізація зниження ризику* — 25 000 \$
- Разом вигоди/рік: 110 000 \$**

* Капіталізація ризику: до впровадження $ER_0 = P_0 \times C = 3\% \times 2\,000\,000 \$ = 60\,000 \$/\text{рік}$;

після впровадження $ER_1 = 1,75\% \times 2\,000\,000 \$ = 35\,000 \$/\text{рік} \Rightarrow$ економія 25 000 \$/рік.

- Горизонт аналізу: 4 роки
- Ставка дисконту r : 12% (можна обґрунтувати іншу)

Завдання (виконати по кроках)

Крок 1. Класифікація витрат і вигод

Створіть таблицю:

Рік	CAPEX	OPEX	Навчання/Аудит	Вигоди всього	Чистий потік (CF)
0	150 000	0	8 000	0	-158 000
1	0	20 000	7 000	110 000	+83 000
2	0	20 000	0	110 000	+90 000
3	0	20 000	0	110 000	+90 000
4	0	20 000	0	110 000	+90 000

(Якщо є ліквідаційна/залишкова вартість обладнання у 4-му році — додайте до CF_4 .)

Крок 2. Розрахунок базових показників

1. ROI:

$$ROI = \frac{\sum \text{Вигоди} - \sum \text{Витрати}}{\sum \text{Витрати}}$$

Для прикладу: вигоди = $110 \times 4 = 440$ тис. \$; витрати = $158 + 20 \times 4 + 7 = 243$ тис. \$
 $\Rightarrow ROI \approx (440 - 243) / 243 = 81\%$.

2. Payback Period (PP):

Кумулятивні CF: $-158 \rightarrow -75 \rightarrow +15 \rightarrow +105 \rightarrow +195$ (тис. \$).

Окупність настає між 1 та 2 роками:

$$PP \approx 1 + \frac{75}{90} \approx 1,83 \text{ року}$$

3. NPV (r = 12%):

$$NPV = \frac{83}{1,12} + \frac{90}{1,12^2} + \frac{90}{1,12^3} + \frac{90}{1,12^4} - 158$$

$\approx 74,1 + 71,8 + 64,1 + 57,2 - 158 = +109,2$ тис. \$ $\Rightarrow$ проект доцільний.

4. IRR:

Знайдіть ставку, за якої $NPV = 0$ (функція **IRR** в Excel/Sheets).

Очікувано $IRR \approx 35\text{--}38\%$ (залежно від точності).

Крок 3. «Капіталізація ризиків» — перевірка чутливості

Змініть P_0 та P_1 (ймовірність великої аварії) і перерахуйте річну економію:

$$\Delta ER = (P_0 - P_1) \times C$$

Побудуйте таблицю чутливості для $P_0 \in [2\%; 4\%]$, $P_1 \in [1\%; 2, 5\%]$. Покажіть, як змінюються ROI/NPV.

Крок 4. Аналіз сценаріїв (мінімум 3)

- **Base:** як у вихідних даних.
- **Optimistic:** вигоди +15%, OPEX –10%, $r = 10\%$.
- **Pessimistic:** вигоди –20%, OPEX +10%, $r = 15\%$.

Порівняйте ROI, PP, NPV, IRR. Зробіть висновок щодо стійкості інвестиції.

Крок 5. Управлінські висновки (1 сторінка)

- Чи варто інвестувати? За яких умов (чутливість)?
- Які фактори найбільше впливають на економіку (Pareto 80/20)?

- Які додаткові кроки підвищать ефект (зниження OPEX, розширення зони покриття, інтеграція з EHS/SCADA)?

Формули та підказки (для Excel / Google Sheets)

- **ROI:** $= (\text{SUM}(\text{Вигоди}) - \text{SUM}(\text{Витрати})) / \text{SUM}(\text{Витрати})$
- **NPV:** $= \text{NPV}(\text{ставка}; \text{CF1:CFN}) + \text{CF0}$ (пам'ятайте: CF0 додаємо окремо)
- **IRR:** $= \text{IRR}(\text{CF0:CFN})$
- **PP:** «ручний» підрахунок кумулятивних CF до перетину нуля
- **Очікувані збитки:** $= \text{Ймовірність} * \text{Вартість наслідків}$

Що здати

1. **Файл розрахунків** (Excel/Sheets) з моделлю CF, ROI/PP/NPV/IRR, таблицями чутливості й сценаріями.
2. **Короткий звіт (2–3 стор.):** припущення, методика, результати, графіки (кумулятивні CF, «водоспад» вигод/витрат), висновки.
3. (Опційно) **1-слайд інвест-пропозиції** для керівництва (ключові цифри та рішення).

Варіанти для різних спеціалізацій (оберіть один)

- **Металургія:** акцент на вібрації турбін/підшипників та СО.
- **Хімія:** токсичні викиди, аварійні клапани, моделювання ER.
- **Будівництво:** wearables (перевтома/падіння) та пил РМ.
- **Енергетика:** трансформатори/кабелі, теплові камери, прості блоки.
- **Аграрний сектор:** NH₃/CO₂ у тваринництві, запиленість зернохосвищ.

Нотатки для самоперевірки

- Чи врахували разові витрати у 0 і 1 роках окремо?
- Чи узгоджена **рік початку вигод** із графіком запуску?
- Чи додана залишкова вартість/ліквідаційні витрати (якщо релевантно)?
- Чи пояснено вибір ставки дисконту (WACC/альтернативна вартість капіталу/галузевий ризик)?