

ТЕМА 6. ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИФРОВИХ РІШЕНЬ В ОХОРОНІ ПРАЦІ

Методичні підходи до визначення економічної ефективності цифрових технологій у сфері безпеки праці; прямі та непрямі вигоди від впровадження цифрових систем моніторингу та управління ризиками; аналіз витрат на впровадження цифрових платформ, IoT-рішень та спеціалізованого програмного забезпечення; методи розрахунку окупності інвестицій (ROI) у цифровізацію охорони праці; вплив цифрових рішень на зниження виробничих витрат, підвищення продуктивності.

6.1. Методичні підходи до визначення економічної ефективності

Оцінка економічної ефективності цифрових рішень у сфері охорони праці є складним процесом, оскільки вона включає як **прямі фінансові показники**, так і **непрямі соціально-економічні вигоди**. Для підприємств важливо обґрунтувати, що інвестиції у цифровізацію безпеки не лише підвищують рівень захисту працівників, а й мають вимірюваний економічний результат.

Традиційний фінансовий підхід

Класичний метод передбачає порівняння витрат на впровадження технологій з отриманими економічними вигодами. Це можуть бути заощадження від зниження кількості аварій, зменшення виплат по страхуванню, скорочення простоїв обладнання. Наприклад, якщо система моніторингу газів зменшує ризик аварій на 70%, підприємство може уникнути витрат у мільйони гривень, тоді як сама система коштує лише кілька сотень тисяч.

Метод припущених витрат і вигод

Цей підхід дозволяє оцінити **додатковий ефект** саме від цифровізації у порівнянні з традиційними методами контролю. Наприклад, у будівництві звичайні перевірки умов праці проводяться раз на тиждень, тоді як цифрові сенсори дають дані в режимі реального часу. Припущена вигода полягає у скороченні затримок між виникненням небезпеки та реагуванням на неї.

Капіталізація ризиків

Один із найсучасніших методів полягає у вартісній оцінці ризиків. Кожен інцидент має ймовірність настання і вартість наслідків (лікування,

компенсації, ремонт, зупинка виробництва). Цифрові системи знижують імовірність аварій, а отже, зменшують очікувані збитки. Наприклад, якщо ймовірність вибуху зменшується з 5% до 1%, підприємство фактично «економить» різницю між потенційними втратами.

Соціально-економічний підхід

Не всі вигоди можна прямо перевести у гроші, проте вони мають довгостроковий вплив. Сюди належать: підвищення продуктивності працівників завдяки комфортним умовам, зниження плинності кадрів, покращення репутації підприємства, зростання інвестиційної привабливості. Наприклад, компанія, що впровадила цифровий моніторинг, отримує сертифікацію ISO 45001 і може брати участь у міжнародних тендерах, що відкриває нові ринки.

Комплексний підхід

На практиці найкращий результат дає **комбінація методів**: фінансовий аналіз + капіталізація ризиків + врахування соціально-економічних ефектів. Це дозволяє продемонструвати керівництву й інвесторам, що цифровізація охорони праці — це не лише витрати, а й **стратегічні інвестиції у стабільність та конкурентоспроможність підприємства**.

6.2. Прямі та непрямі вигоди від впровадження цифрових систем

Впровадження цифрових рішень у сфері охорони праці дає підприємствам як **прямі економічні результати**, що легко виміряти у фінансових показниках, так і **непрямі вигоди**, які проявляються через підвищення продуктивності, іміджу та соціальної відповідальності.

Прямі вигоди

До прямих вигод належать ті результати, які безпосередньо зменшують витрати підприємства. Передусім це **зниження кількості нещасних випадків і виробничого травматизму**. Кожна аварія потребує компенсацій працівникам, оплати лікарняних, виплат страховим компаніям. Наприклад, система носимих сенсорів (wearables), яка відстежує пульс і рівень кисню у працівників, дозволила будівельній компанії зменшити кількість теплових ударів на 40%, що зекономило десятки тисяч доларів на виплатах.

Ще однією важливою прямою вигодою є **скорочення простоїв обладнання**. Аварії або небезпечні відмови часто призводять до зупинки виробничих ліній. Завдяки IoT-сенсорам, які прогнозують технічні несправності (наприклад, підвищену вібрацію двигунів), компанія може провести плановий ремонт заздалегідь і уникнути збитків від простоїв.

Також цифрові системи дають змогу **оптимізувати витрати на засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)**. Завдяки точному моніторингу підприємство розуміє, де ризики реальні, а де витрати на ЗІЗ були завищеними. Це дозволяє більш ефективно розподіляти ресурси.

Непрямі вигоди

Непрямі вигоди не завжди піддаються точному грошовому вимірюванню, але вони мають довгостроковий і стратегічний ефект. Одним із таких ефектів є **підвищення продуктивності праці**. Працівники, які працюють у безпечних і комфортних умовах, менше втомлюються, рідше роблять помилки й працюють ефективніше.

Ще один непрямий результат — **зниження плинності кадрів**. Безпечне робоче середовище формує довіру до роботодавця, працівники рідше звільняються, а це зменшує витрати на підбір і навчання нових спеціалістів.

Цифровізація охорони праці також сприяє **зростанню інвестиційної привабливості підприємства**. Компанії, які використовують сучасні технології та сертифіковані за стандартами ISO 45001, виглядають більш надійними в очах партнерів та інвесторів. Це відкриває доступ до міжнародних ринків і полегшує участь у тендерах.

Окрім цього, існує і **репутаційний ефект**. Підприємство, що демонструє високий рівень соціальної відповідальності, отримує позитивний імідж у суспільстві та серед працівників. У багатьох галузях, особливо у гірничій і хімічній промисловості, це може стати додатковим конкурентним фактором.

Отже, прямі вигоди цифрових систем пов'язані із **зменшенням витрат і підвищенням фінансової ефективності**, а непрямі — із **довгостроковим розвитком, лояльністю працівників і зміцненням позицій на ринку**. Разом вони формують цілісний ефект, який значно перевищує початкові інвестиції.

6.3. Аналіз витрат на впровадження цифрових систем

Будь-яке впровадження цифрових технологій у сфері охорони праці потребує ретельного аналізу витрат. Витрати можна умовно поділити на **капітальні (одноразові інвестиції), операційні (поточні витрати на підтримку)**, а також **витрати на підготовку персоналу та сертифікацію системи**.

Капітальні витрати

До капітальних витрат належать усі інвестиції, пов'язані з придбанням і встановленням обладнання та програмного забезпечення. Це закупівля датчиків (газоаналізаторів, шумомірів, сенсорів вібрацій), серверного обладнання, контролерів та спеціалізованих ліцензійних програм (EHS-платформи, SCADA, аналітичні системи). Наприклад, для металургійного підприємства комплексна система моніторингу може включати понад 100 датчиків газів і вібрацій, що становить інвестицію у \$200–300 тис.

Операційні витрати

Після запуску системи необхідно враховувати регулярні витрати на її функціонування. До них належать обслуговування датчиків, періодична калібровка, заміна витратних матеріалів, оновлення програмного забезпечення, підписки на хмарні сервіси (наприклад, AWS IoT або Microsoft Azure IoT Hub). Сюди ж відноситься і підтримка з боку ІТ-фахівців. У середньому операційні витрати становлять 10–20% від капітальних щорічно.

Навчальні витрати

Цифрові технології вимагають підготовки персоналу. Працівників необхідно навчати роботі з дашбордами, інтерпретації даних, реагуванню на сигнали тривоги. Це включає тренінги, сертифікаційні програми та практичні заняття. Наприклад, навчання диспетчерів і служби охорони праці для роботи з EHS-платформою може коштувати від \$5 тис. до \$20 тис., залежно від масштабу підприємства.

Витрати на аудит і сертифікацію

Ще однією статтею витрат є аудит і впровадження стандартів ISO 45001, ISO 31000 або інших міжнародних систем. Вони потрібні для підтвердження ефективності управління ризиками та забезпечення довіри

інвесторів і партнерів. Вартість сертифікації може становити від кількох тисяч до десятків тисяч доларів, але дає змогу виходити на міжнародні ринки.

Баланс витрат і вигод

Важливо підкреслити, що навіть при значних початкових витратах цифрові системи швидко окуповуються завдяки зниженню аварійності, зменшенню страхових внесків і підвищенню продуктивності. Наприклад, впровадження IoT-системи моніторингу у хімічному цеху за \$150 тис. дозволило уникнути лише за рік збитків від аварій на суму понад \$500 тис., що доводить ефективність інвестиції.

Отже, витрати на цифровізацію охорони праці включають **капітальні, операційні, навчальні та сертифікаційні компоненти**, і їх необхідно враховувати у комплексному аналізі окупності інвестицій.

6.4. Методи розрахунку окупності інвестицій (ROI)

Оцінка окупності інвестицій у цифровізацію охорони праці є ключовим етапом економічного аналізу. Вона дозволяє підприємству визначити, наскільки швидко вкладені кошти повернуться у вигляді економічних вигод. Для цього застосовуються класичні методи інвестиційного аналізу, адаптовані до особливостей сфери безпеки праці.

1. ROI (Return on Investment) – рентабельність інвестицій

Формула:

$$ROI = \frac{\text{Вигоди від впровадження} - \text{Витрати}}{\text{Витрати}} \times 100\%$$

Приклад:

Підприємство інвестувало \$100 000 у систему IoT для контролю газів і вібрацій. За рік завдяки зменшенню простоїв і страхових виплат отримано економічний ефект у \$160 000.

$$ROI = \frac{160000 - 100000}{100000} \times 100\% = 60\%$$

Тобто система окупилася і принесла додаткові 60% від початкових інвестицій.

2. NPV (Net Present Value) – чиста приведена вартість

NPV показує різницю між приведеними вигодами від інвестицій та витратами, враховуючи часову вартість грошей.

Формула:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0$$

де CF_t – грошовий потік у році t , r – ставка дисконту, I_0 – початкові інвестиції.

Приклад:

Система вартістю \$150 000 щороку приносить вигоди у \$70 000 протягом 3 років. При ставці дисконту 10%:

$$NPV = \frac{70000}{1.1} + \frac{70000}{1.1^2} + \frac{70000}{1.1^3} - 150000$$
$$NPV = 63636 + 57851 + 52592 - 150000 = 24079$$

Оскільки $NPV > 0$, інвестиція економічно доцільна.

3. IRR (Internal Rate of Return) – внутрішня норма рентабельності

IRR – це ставка дисконту, за якої $NPV = 0$. Вона показує максимальну вартість капіталу, за якої інвестиція залишається ефективною.

Приклад:

Для проекту зі стартовими витратами \$100 000 і щорічними вигодами \$40 000 протягом 4 років IRR становить близько 22%. Це означає, що якщо вартість капіталу підприємства нижча за 22%, інвестиція вигідна.

4. Payback Period – термін окупності

Цей метод визначає, за який час інвестиція повністю покриє витрати.

Формула:

$$PP = \frac{I_0}{\text{Річний грошовий потік}}$$

Приклад:

Вартість системи моніторингу становить \$120 000. Річна економія від її використання – \$40 000.

$$PP = \frac{120000}{40000} = 3 \text{ роки}$$

Таким чином, інвестиція окупиться за три роки.

5. Капіталізація ризиків

У сфері охорони праці особливо важливо враховувати **зменшення ймовірності аварій**. Для цього застосовується методика оцінки ризиків у грошовому вимірі:

$$ER = P \times C$$

де ER – очікувані збитки, P – ймовірність аварії, C – вартість наслідків.

Зменшення ймовірності аварії після цифровізації фактично є економічною вигодою.

Приклад:

Ймовірність вибуху у хімічному цеху становила 5%, збитки у випадку аварії – \$10 млн. Очікувані збитки = \$500 000. Після впровадження датчиків і автоматичного контролю ризик знизився до 1% (очікувані збитки = \$100 000). Таким чином, економічна вигода від цифровізації становить \$400 000 на рік.

Отже, для оцінки окупності цифрових рішень в охороні праці застосовують класичні методи інвестиційного аналізу (ROI, NPV, IRR, Payback Period) у поєднанні з **капітанізацією ризиків**, що дозволяє максимально об'єктивно врахувати як фінансові, так і безпекові вигоди.

6.5. Вплив цифрових рішень на ефективність і конкурентоспроможність підприємства

Цифровізація охорони праці має не лише безпосередній вплив на безпеку працівників, але й стає важливим чинником підвищення **загальної ефективності та конкурентоспроможності підприємства**.

Зниження виробничих втрат

Цифрові системи моніторингу зменшують кількість аварій, пожеж, збоїв обладнання та простоїв виробничих ліній. Це на пряму знижує втрати підприємства та підвищує його стійкість до ризиків. Наприклад, впровадження IoT-сенсорів для контролю вібрацій дозволило металургійному заводу уникнути аварійних зупинок печей, що зменшило втрати на сотні тисяч доларів щороку.

Підвищення продуктивності праці

Безпечні та комфортні умови роботи прямо впливають на продуктивність персоналу. Працівники, які відчують захищеність, менше хворіють, рідше допускають помилки, а також проявляють вищу мотивацію. Наприклад, у будівельних компаніях використання носимих пристроїв для моніторингу стану працівників дозволило скоротити кількість випадків перевтоми й підвищити ефективність виконання завдань на 15–20%.

Оптимізація витрат

Цифрові рішення дозволяють точніше планувати витрати на охорону праці. Завдяки даним від сенсорів підприємство знає, у яких зонах ризики найвищі, і може спрямовувати ресурси саме туди. Це зменшує надмірні витрати на ЗІЗ і оптимізує використання фондів охорони праці.

Відповідність міжнародним стандартам

Компанії, що впроваджують цифрові інструменти, легше проходять аудит і сертифікацію за стандартами **ISO 45001, ISO 31000, OSHA**. Це підвищує їхню інвестиційну привабливість і дозволяє брати участь у міжнародних тендерах. У багатьох галузях (наприклад, енергетиці чи хімічній промисловості) відповідність цим стандартам є обов'язковою умовою для співпраці з глобальними партнерами.

Посилення корпоративної культури та іміджу

Цифровізація охорони праці формує культуру безпеки, яка стає частиною корпоративної ідентичності. Це підвищує лояльність працівників, зменшує плинність кадрів і створює позитивний імідж компанії як соціально відповідального роботодавця. У сучасному бізнес-середовищі репутаційний фактор часто має не менше значення, ніж прямі фінансові результати.

Конкуентоспроможність на ринку

У довгостроковій перспективі підприємства, що інвестують у цифровізацію охорони праці, отримують переваги над конкурентами: менші виробничі ризики, стабільніша робота, вищий рівень довіри партнерів та інвесторів. Такі компанії стають учасниками **ESG-індексів** (Environmental, Social, Governance), що особливо важливо для міжнародних корпорацій і фондів.

Контрольні запитання

1. У чому полягає основна мета оцінки економічної ефективності цифрових рішень в охороні праці?
2. Які методичні підходи застосовуються для визначення ефективності цифрових технологій?
3. Що розуміють під **традиційним фінансовим підходом** до оцінки цифровізації охорони праці?
4. Як метод прирощених витрат і вигод допомагає оцінити ефективність впровадження нових технологій?
5. Що таке **капіталізація ризиків** і як вона використовується в економічному аналізі?
6. Які вигоди від цифровізації охорони праці відносять до **прямих**, а які до **непрямих**?
7. Які основні статті витрат потрібно враховувати при впровадженні цифрових систем охорони праці?
8. Які методи інвестиційного аналізу застосовуються для розрахунку окупності (ROI, NPV, IRR, Payback Period)?
9. Як цифрові рішення впливають на продуктивність праці та конкурентоспроможність підприємства?
10. Чому цифровізація охорони праці є важливим елементом ESG-стратегії підприємства?