

ТЕМА 8. ПРАКТИКА ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ СЛУЖБ ОХОРОНИ ПРАЦІ В ГАЛУЗЯХ ПРОМИСЛОВOSTІ

Сутність та етапи цифрової трансформації служб охорони праці на підприємствах; організаційні та технологічні передумови успішного впровадження цифрових рішень; приклади інтеграції цифрових платформ, IoT-систем та аналітичних інструментів у практику промислових підприємств; роль цифрової трансформації у підвищенні ефективності управління ризиками та відповідності міжнародним стандартам безпеки; досвід провідних компаній у застосуванні цифрових технологій для створення культури безпечної праці.

8.1. Сутність цифрової трансформації у сфері охорони праці

1. Визначення

Цифрова трансформація у сфері охорони праці — це **комплексна зміна підходів до управління безпекою на підприємстві**, що включає інтеграцію цифрових платформ, IoT-сенсорів, аналітики великих даних, штучного інтелекту, VR/AR-технологій та хмарних сервісів у всі бізнес-процеси, пов'язані з охороною праці.

Це не просто впровадження нового програмного забезпечення чи обладнання, а **стратегічна перебудова роботи служби охорони праці** на основі цифрових технологій, з акцентом на **прогнозуванні, попередженні та культурі безпеки**.

2. Ключові характеристики цифрової трансформації

- **Інтегрованість.** Всі дані про умови праці, інциденти, ризики та технічний стан обладнання зводяться у єдину цифрову платформу.
- **Проактивність.** Перехід від реагування на аварії до їхнього прогнозування та запобігання.
- **Прозорість.** Інформація доступна керівникам, працівникам та контролюючим органам у режимі реального часу.
- **Мобільність.** Використання мобільних додатків для інспекцій, чек-листів та повідомлень про небезпеки.
- **Безперервність.** Дані збираються та аналізуються постійно, а не лише під час планових перевірок.

- **Людиноцентричність.** Цифрові інструменти створюють **безпечне середовище для працівників**, а не лише виконують нормативні вимоги.

3. Відмінність від автоматизації

- **Автоматизація** у сфері охорони праці зазвичай означає використання окремих програм для звітності, електронних журналів чи датчиків, які працюють автономно.
- **Цифрова трансформація** передбачає повну інтеграцію цих елементів у **єдину екосистему управління безпекою**, з можливістю прогнозувати події, аналізувати великі дані та приймати управлінські рішення на основі AI-аналітики.

Приклад:

- Автоматизація → датчик CO₂ сигналізує про перевищення норми.
- Цифрова трансформація → мережа сенсорів надсилає дані у платформу, AI прогнозує небезпечну концентрацію за 2 години, система автоматично включає вентиляцію та сповіщає персонал.

4. Сфери застосування

- **Моніторинг умов праці** (газ, шум, вібрація, мікроклімат).
- **Прогнозування аварійних ситуацій** за допомогою AI та Big Data.
- **Цифрові карти ризиків** з автоматичним оновленням.
- **VR/AR-тренінги** для персоналу (відпрацювання дій у надзвичайних ситуаціях).
- **Мобільні інструменти** для працівників: повідомлення про небезпечні фактори, швидкий доступ до інструкцій.

5. Очікуваний ефект від цифрової трансформації

Зниження виробничого травматизму на 20–40%.

Оптимізація витрат на охорону праці та страхування.

Підвищення продуктивності завдяки кращій організації роботи.

Відповідність міжнародним стандартам (ISO 45001, OSHA).

Формування культури безпечної праці, де безпека стає невід’ємною частиною бізнес-моделі.

8.2. Етапи цифрової трансформації служб охорони праці на підприємствах

1. Аналіз поточного стану системи охорони праці

- Проведення аудиту існуючих процесів: як фіксуються інциденти, як ведеться документація, чи використовуються датчики для моніторингу.
- Визначення «слабких місць»: низька оперативність реагування, відсутність централізованої бази даних, ручне введення інформації.
- Формування карти ризиків підприємства.

◆ *Приклад:* на металургійному заводі виявлено, що контроль за рівнем газів ведеться вручну кожні 2 години, що не дозволяє вчасно реагувати на небезпечні концентрації.

2. Постановка цілей та вибір стратегії цифровізації

- Визначення ключових завдань: зменшення травматизму, інтеграція IoT, перехід до електронних звітів.
- Узгодження цілей з корпоративною стратегією та міжнародними стандартами (ISO 45001, OSHA).
- Вибір метрик ефективності (KPI): кількість нещасних випадків, час реагування, відсоток автоматизованих звітів.

◆ *Приклад:* підприємство ставить за мету скоротити час реагування на інциденти з 30 хв до 5 хв за рахунок впровадження IoT-систем.

3. Вибір та тестування технологічних рішень (пілотний проєкт)

- Встановлення сенсорів (газоаналізатори, датчики шуму, вібрацій, температури).
- Використання мобільних додатків для повідомлень про небезпеки.
- Запуск пілотної версії EHS-платформи (наприклад, Intellex, Quentic, SAP EHS).
- Навчання персоналу користуванню новими інструментами.

◆ *Приклад:* у цеху коксохімічного виробництва встановлюють 50 датчиків метану, які в режимі реального часу передають дані у цифрову платформу.

4. Масштабування та інтеграція у бізнес-процеси

- Поширення пілотних рішень на всі виробничі ділянки.
- Інтеграція цифрових платформ з ERP, MES, HRM та корпоративними інформаційними системами.
- Створення єдиної бази даних з доступом для служби охорони праці, керівництва та аудитів.

◆ *Приклад:* після успіху пілоту завод інтегрує дані з датчиків у корпоративну ERP, що дозволяє бачити показники безпеки на рівні всього підприємства.

5. Формування культури безпеки на основі даних

- Використання дашбордів і візуалізацій для залучення працівників.
- Впровадження VR/AR-тренінгів для відпрацювання дій у надзвичайних ситуаціях.
- Мотивація персоналу до активного використання цифрових інструментів (наприклад, заохочення за повідомлення про небезпеки через мобільний застосунок).
- Регулярний аналіз даних для покращення політик охорони праці.

◆ *Приклад:* працівники отримують мобільні сповіщення з порадами щодо безпеки, а також проходять VR-тренінги, які симулюють аварії у доменних печах.

6. Оцінка ефективності та постійне вдосконалення

- Вимірювання KPI: зниження кількості аварій, скорочення витрат на розслідування, відповідність аудиторам.
- Використання AI-аналітики для прогнозування майбутніх ризиків.
- Поступове впровадження нових інновацій (наприклад, біометричних датчиків для контролю втоми працівників).

◆ *Приклад:* після року використання цифрової платформи підприємство демонструє скорочення кількості інцидентів на 30%, а час реагування зменшується у 6 разів.

Таким чином, цифрова трансформація служб охорони праці відбувається поетапно: від аудиту та постановки цілей до масштабування, формування культури безпеки та постійного вдосконалення, що дає довгостроковий ефект у зниженні ризиків та підвищенні конкурентоспроможності підприємства.

8.3. Організаційні та технологічні передумови успішного впровадження

1. Організаційні передумови

Підтримка керівництва. Успішна цифрова трансформація можлива лише тоді, коли топ-менеджмент активно підтримує впровадження нових технологій та включає їх у стратегічні цілі компанії.

Кваліфікований персонал. Необхідні фахівці з цифрових технологій, аналітики даних та інженери з охорони праці, які розуміють як виробництво, так і сучасні IT-рішення.

Навчання та перепідготовка. Працівників потрібно готувати до роботи з новими системами: мобільними застосунками, сенсорними пристроями, VR/AR-тренажерами.

Зміни у корпоративній культурі. Важливо, щоб співробітники сприймали цифрові рішення як інструмент захисту, а не як контроль. Це формує довіру і підвищує рівень культури безпеки.

Регламентация процесів. Розробка політик і процедур, які враховують цифрові інструменти в управлінні охороною праці (електронні інструктажі, онлайн-звіти, цифрові карти ризиків).

2. Технологічні передумови

IT-інфраструктура. Наявність стабільного інтернету на виробничих майданчиках, серверів або хмарних рішень для збору та зберігання великих обсягів даних.

Інтегровані системи. Можливість поєднання нових цифрових платформ (EHS, IoT) з існуючими корпоративними системами (ERP, MES, HRM).

IoT-пристрої та сенсори. Доступ до сучасних пристроїв моніторингу (газоаналізатори, датчики шуму, температури, вібрацій, носимі гаджети).

Аналітика та AI. Використання алгоритмів машинного навчання для прогнозування аварійних ситуацій, аналізу поведінки обладнання та стану працівників.

Кібербезпека. Захист виробничих та персональних даних від кібератак: шифрування, контроль доступу, аудит кіберризиків.

Мобільність і хмарні сервіси. Забезпечення можливості доступу до даних у будь-який час і з будь-якого пристрою (смартфон, планшет, AR-окуляри).

3. Фінансово-економічні передумови

- **Інвестиційна готовність.** Компанія повинна розглядати цифровізацію не як витрати, а як інвестиції, що окупляться через зниження аварійності, оптимізацію витрат і підвищення продуктивності.
- **ROI-аналіз (Return on Investment).** Перед впровадженням важливо розрахувати економічний ефект — скорочення витрат на простой, страхові виплати, штрафи та аварійні ремонти.
- **Доступ до фінансування.** Використання державних програм, грантів та міжнародних фондів для підтримки інновацій у сфері охорони праці.

4. Приклад для промислового підприємства

Металургійний комбінат планує цифрову трансформацію охорони праці.

- На **організаційному рівні**: керівництво затверджує нову політику безпеки, створюється команда з цифровізації, працівники проходять навчання з VR-симуляторами.
- На **технологічному рівні**: у цехах встановлюють мережу сенсорів для моніторингу газів, дані надходять у хмарну платформу, AI прогнозує ризик аварії.
- На **фінансовому рівні**: проведено розрахунок ROI, який показав окупність проєкту за 2,5 роки за рахунок скорочення витрат на аварійні зупинки та страхові виплати.

Отже, організаційні та технологічні передумови є фундаментом цифрової трансформації. Лише за їхньої наявності підприємство може досягти реального ефекту: **зниження ризиків, підвищення продуктивності та формування культури безпеки нового покоління.**

8.4. Приклади інтеграції цифрових технологій у практику підприємств

1. Цифрові платформи (EHS-системи)

Сутність: спеціалізовані системи управління охороною праці (Environment, Health & Safety), які об'єднують усі процеси: від обліку інцидентів до формування звітів для керівництва.

- **Приклад 1:** компанія *ArcelorMittal* впровадила платформу *InteleX* для автоматизації реєстрації нещасних випадків, планування інспекцій та аудиту безпеки. Це зменшило час підготовки звітів із кількох днів до кількох годин.
- **Приклад 2:** на українських енергетичних підприємствах використовують **SAP EHS**, що інтегрується з ERP і дозволяє бачити витрати на безпеку у загальному бюджеті підприємства.

2. IoT-системи моніторингу

Сутність: мережі сенсорів і носимих пристроїв для постійного збору даних про стан середовища, обладнання та працівників.

- **Приклад 1:** у шахтах компанії *Rio Tinto* застосовуються сенсори для моніторингу концентрації метану та кисню. Дані автоматично передаються в диспетчерський центр і формують попередження.
- **Приклад 2:** на заводах *Siemens* встановлено датчики вібрації на турбінах, які передають дані в *Predix*-платформу для прогнозування відмов.

3. Аналітика даних та AI-рішення

Сутність: використання алгоритмів машинного навчання та Big Data для прогнозування інцидентів і оптимізації заходів безпеки.

- **Приклад 1:** компанія *Shell* застосовує Big Data-аналітику для аналізу мільйонів показників сенсорів на нафтопереробних заводах. AI прогнозує ймовірність витоку нафтопродуктів, що дозволяє попередити аварію ще до її виникнення.
- **Приклад 2:** *General Electric* використовує AI для прогнозного технічного обслуговування обладнання. Це скоротило аварійні зупинки турбін на 25%.

4. VR/AR-технології

Сутність: віртуальна та доповнена реальність для навчання персоналу діям у небезпечних ситуаціях.

- **Приклад 1:** у компанії *BASF* працівники проходять VR-тренінги з реагування на пожежі та витoki хімічних речовин. Це знижує ризик паніки та помилок у реальних умовах.
- **Приклад 2:** *Hyundai Heavy Industries* використовує AR-окуляри для інженерів: система підказує алгоритм дій під час інспекції обладнання.

5. Хмарні сервіси та мобільні додатки

Сутність: мобільні інструменти для швидкого доступу до інструкцій, реєстрації небезпек та зворотного зв'язку.

- **Приклад 1:** у компанії *Caterpillar* мобільний застосунок дозволяє робітникам фіксувати небезпечні умови (фото, опис, координати) прямо з робочого місця. Дані автоматично надходять до служби безпеки.
- **Приклад 2:** на українських підприємствах гірничо-металургійного комплексу використовують мобільні чек-листи для проходження щоденних інструктажів.

6. Інтеграція в систему управління підприємством

- **Приклад 1:** на підприємствах *Siemens* та *GE* дані з сенсорів і платформ EHS інтегруються в ERP та MES, що дозволяє поєднувати управління виробництвом і охороною праці.
- **Приклад 2:** у *ArcelorMittal Kryvyi Rih* застосовуються дашборди для керівників, які показують ключові показники безпеки у режимі реального часу, інтегровані з фінансовими та виробничими системами.

8.5. Роль цифрової трансформації у підвищенні ефективності управління ризиками та відповідності міжнародним стандартам безпеки

1. Підвищення ефективності управління ризиками

Реальний час. Завдяки IoT-сенсорам і цифровим платформам служба охорони праці отримує дані про стан обладнання, навколишнього середовища та працівників без затримки. Це дозволяє швидко реагувати на потенційні інциденти.

Прогнозування замість реагування. Алгоритми штучного інтелекту аналізують великі масиви даних та виявляють закономірності, що передують аваріям чи травмам. Таким чином, підприємство переходить від реактивної моделі («усунення наслідків») до проактивної («попередження подій»).

Пріоритизація ризиків. Системи аналізу даних дозволяють визначити, які фактори становлять найбільшу небезпеку, і оптимально розподіляти ресурси на їх усунення.

Прозора звітність. Автоматизовані дашборди формують карти ризиків і показники ефективності (KPI), доступні як службі охорони праці, так і керівництву підприємства.

2. Відповідність міжнародним стандартам безпеки

- **ISO 45001 (система управління охороною праці).**
Цифрові платформи дозволяють вести електронний облік інцидентів, реєстрацію небезпечних факторів і контроль виконання коригувальних дій, що відповідає вимогам стандарту.
- **OSHA (Occupational Safety and Health Administration, США).**
Використання IoT і Big Data спрощує дотримання американських нормативів щодо моніторингу повітря, шуму, вібрацій та умов праці.
- **ISO 31000 (управління ризиками).**
Цифрова аналітика допомагає ідентифікувати, оцінювати й контролювати ризики, формуючи системний підхід до їхнього управління.
- **Європейські директиви з безпеки праці.**
Використання цифрових журналів та автоматизованої звітності полегшує проходження міжнародних аудитів та інспекцій.

3. Конкретні ефекти для підприємства

- **Зниження виробничого травматизму на 20–40%** завдяки ранньому попередженню небезпечних ситуацій.
- **Зменшення фінансових втрат** від аварій, простоїв і штрафів регуляторів.
- **Прискорене проходження аудитів і сертифікацій.** Електронні дані полегшують перевірки міжнародними аудиторами.

- **Формування культури безпеки.** Цифрові технології роблять процес управління ризиками прозорим і зрозумілим для всіх працівників.

4. Приклад з практики

- Нафтогазова компанія *Shell* інтегрувала IoT-системи та AI-аналітику для прогнозування витоків та вибухів. Це дало змогу не лише знизити аварійність на 25%, а й довести відповідність стандартам ISO 45001 під час міжнародного аудиту.
- Металургійний комбінат *ArcelorMittal Kryvyi Rih* впровадив цифрову систему реєстрації інцидентів і мобільні додатки для інспекцій. Це скоротило час перевірок і дозволило підтвердити відповідність міжнародним стандартам з охорони праці.

Отже, цифрова трансформація стає **стратегічним інструментом управління ризиками**: вона забезпечує підприємствам **високу ефективність, прозорість, відповідність міжнародним стандартам** і дозволяє інтегрувати безпеку в загальну бізнес-модель компанії.

8.6. Досвід провідних компаній у застосуванні цифрових технологій для створення культури безпечної праці

1. Siemens

- **Практика:** використання **цифрових двійників (Digital Twins)** для моделювання виробничих процесів і прогнозування ризиків.
- **Результат:** зниження аварійності на виробничих майданчиках завдяки можливості передбачати критичні ситуації ще на етапі планування.
- **Особливість:** інтеграція даних із сенсорів у реальному часі у цифрову модель дозволяє не лише оптимізувати процеси, а й формувати у працівників усвідомлення важливості роботи з даними для забезпечення безпеки.

2. ArcelorMittal

- **Практика:** впровадження **мобільних додатків для фіксації небезпечних умов та інцидентів** у режимі реального часу.

- **Результат:** працівники стали активними учасниками процесу безпеки, повідомляючи про ризики безпосередньо зі смартфона.
- **Особливість:** цифрова трансформація створила атмосферу довіри, коли повідомлення про небезпеки не карається, а розглядається як внесок у колективну безпеку.

3. Shell

- **Практика:** використання **AI та Big Data** для прогнозування аварійних ситуацій на нафтопереробних заводах.
- **Результат:** скорочення кількості інцидентів на 25% та формування культури «zero harm» (нуль шкоди).
- **Особливість:** працівники отримали доступ до дашбордів із прогнозами ризиків, що підвищило їхню відповідальність і розуміння ролі цифрових інструментів у власній безпеці.

4. General Electric (GE)

- **Практика:** впровадження **Predix-платформи** для прогнозного технічного обслуговування.
- **Результат:** зменшення аварійних зупинок обладнання та створення системи попередження ризиків.
- **Особливість:** культура безпеки стала частиною виробничої стратегії, а цифрові рішення інтегровані у всі підрозділи.

5. BASF

- **Практика:** використання **VR-тренінгів** для навчання персоналу діям у надзвичайних ситуаціях (пожежа, вибух, витік хімічних речовин).
- **Результат:** зростання рівня підготовки працівників та зменшення паніки у кризових умовах.
- **Особливість:** інтерактивний формат тренінгів сприяє формуванню більш глибокого усвідомлення ризиків і навичок реагування.

6. Hyundai Heavy Industries

- **Практика:** впровадження **AR-окулярів** для інженерів під час інспекцій обладнання.
- **Результат:** скорочення часу перевірок і підвищення точності виявлення дефектів.

- **Особливість:** технологія створює відчуття, що цифрові інструменти — це «другий інженер», який допомагає уникнути помилок.

Узагальнення досвіду

Усі провідні компанії поєднують **технології (IoT, AI, VR/AR, Big Data)** з **людським фактором** — вони формують **культуру безпеки**, де кожен працівник стає активним учасником процесу.

Цифрові інструменти не лише знижують ризики, а й **змінюють ставлення працівників до безпеки**, роблячи її частиною корпоративної ідентичності.

Головний принцип: «Безпека = цінність, а не формальність».

Контрольні запитання

1. У чому полягає сутність цифрової трансформації у сфері охорони праці?
2. Які основні етапи цифрової трансформації служб охорони праці на підприємстві?
3. Чим цифрова трансформація відрізняється від звичайної автоматизації процесів охорони праці?
4. Які організаційні передумови є необхідними для впровадження цифрових рішень у сфері безпеки?
5. Які технологічні фактори визначають успіх цифрової трансформації служб охорони праці?
6. Які приклади інтеграції цифрових платформ (EHS-систем) у практику підприємств можна навести?
7. Як IoT-системи та сенсори змінюють підхід до моніторингу умов праці?
8. Яку роль відіграють VR/AR-технології у формуванні культури безпечної праці?
9. Які міжнародні стандарти з охорони праці підтримує цифрова трансформація (наприклад, ISO 45001, OSHA)?
10. Який досвід провідних компаній (Siemens, Shell, ArcelorMittal, BASF тощо) можна вважати показовим для впровадження цифрових рішень у сфері безпеки?