ТЕМА 4. ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ НЕБЕЗПЕК ТА ОЦІНКИ РИЗИКІВ

Призначення та класифікація програмних продуктів для управління ризиками у сфері охорони праці; методи ідентифікації небезпечних факторів за допомогою цифрових інструментів; функціональні можливості ПЗ для оцінки виробничих ризиків, моделювання сценаріїв аварій та прогнозування їх наслідків; інтеграція спеціалізованих програм у загальну систему управління підприємством; переваги застосування цифрових рішень для підвищення точності оцінки ризиків та швидкості прийняття управлінських рішень.

1. Призначення спеціалізованого програмного забезпечення у сфері охорони праці

Основне призначення

Спеціалізоване програмне забезпечення (ПЗ) у сфері охорони праці використовується для:

1. **Ідентифікації небезпек** – автоматизоване виявлення факторів ризику на основі даних сенсорів, інспекцій, історії інцидентів.
2. **Оцінки ризиків** – розрахунок ймовірності та тяжкості наслідків небезпечних подій за методиками HAZOP, FMEA, Bow-Tie.
3. **Моделювання сценаріїв аварій** – створення віртуальних моделей розвитку небезпечних ситуацій і прогнозування їх наслідків.
4. **Прогнозування та превентивних заходів** – аналіз «що буде, якщо» та пропозиції щодо усунення слабких місць у системі безпеки.
5. **Формування звітності** – автоматичне створення карт ризиків, протоколів перевірок, звітів для керівництва та державних органів.
6. **Інтеграції з іншими системами** – ERP, HR, SCADA, що дозволяє вбудувати ризик-менеджмент у загальний цикл управління підприємством.

Приклади конкретних задач, які виконує ПЗ

- ведення **реєстру небезпек** із класифікацією за джерелами (технічні, організаційні, людський фактор);
- автоматичне визначення **критичних точок виробничого процесу** (наприклад, високий тиск у резервуарі, небезпечний рівень шуму);

- побудова **теплових карт ризиків** (heat maps), де видно найнебезпечніші ділянки виробництва;
- генерація **інцидент-репортів**: час, місце, причина, наслідки, відповідальний за усунення;
- підготовка до **аудиту ISO 45001** – ПЗ автоматично формує звіти про виконання вимог стандарту;
- управління **планами дій у разі аварії (Emergency Response Plans)**, що зберігаються в єдиній базі та доступні працівникам.

Приклади програмних рішень за призначенням

PHA-Pro – підтримка HAZOP-аналізу, дозволяє описувати процеси та знаходити потенційні небезпеки.

BowTieXP – побудова діаграм типу «метелик» (Bow-Tie) для аналізу причин, бар'єрів і наслідків небезпечних подій.

Intelex, Enablon, SAP EH&S – комплексні EHS-системи для реєстрації інцидентів, аналізу ризиків, управління навчанням персоналу.

EcoOnline – автоматизація оцінки хімічних ризиків, управління базами даних про небезпечні речовини.

Power BI, Tableau – інструменти для побудови інтерактивних дашбордів ризиків і статистики травматизму.

Значення використання ПЗ

Підвищує **об'єктивність і точність** оцінки ризиків завдяки використанню стандартизованих алгоритмів.

Забезпечує **швидке реагування** – аналіз та звітність формуються миттєво, а не тижнями.

Сприяє **зменшенню витрат** – запобігає аваріям і простоям, мінімізує штрафи за порушення.

Підвищує **прозорість управління** – керівництво отримує повну картину ризиків на підприємстві.

Дозволяє впроваджувати **культуру безпеки** – працівники мають доступ до інструментів контролю та навчання.

2. Класифікація програмних продуктів для управління ризиками у сфері охорони праці

За функціональним призначенням

Комплексні системи управління охороною праці та довкіллям (EHS software): Інтегрують функції ідентифікації небезпек, аналізу ризиків, управління інцидентами, навчання персоналу та звітності. *Приклади:* SAP EH&S, Intelex, Enablon.

Спеціалізовані програми для аналізу ризиків: Орієнтовані на методології HAZOP, FMEA, Bow-Tie. Використовуються для детального аналізу процесів та моделювання аварійних сценаріїв. *Приклади:* PHA-Pro, BowTieXP.

Програми для управління небезпечними речовинами та хімічними ризиками: Використовуються для оцінки токсичності, вибухонебезпечності, контролю зберігання та використання речовин. *Приклади:* EcoOnline, ChemAlert.

BI та аналітичні платформи для візуалізації ризиків: Інструменти бізнес-аналітики для створення інтерактивних дашбордів, карт ризиків, heat maps.
Приклади: Power BI, Tableau.

Навчальні VR/AR-системи: Використовуються для моделювання аварійних ситуацій, інструктажів, відпрацювання евакуації. *Приклади:* STRIVR, V360EHS.

За масштабом використання

Локальні системи – впроваджуються на рівні окремого цеху чи виробничої ділянки.
Приклад: локальні системи контролю газів у шахті.

Корпоративні системи – охоплюють кілька підприємств однієї компанії, забезпечують централізований моніторинг. *Приклад:* Intelex у міжнародному концерні.

Галузеві або національні системи – застосовуються для централізованого контролю безпеки в масштабах галузі чи країни. *Приклад:* державні інформаційні системи охорони праці.

За способом розгортання

On-premise (локальні рішення): встановлюються на серверах підприємства. Високий контроль над даними.
– Великі витрати на обслуговування.

Хмарні (SaaS): доступні через інтернет. Доступ з будь-якої точки світу, автоматичні оновлення.
– Питання кіберзахисту і залежність від провайдера.

Гібридні: поєднання локального зберігання критичних даних та хмарних модулів аналітики.

За методологічною основою

- **FMEA (Failure Modes and Effects Analysis):** аналіз можливих відмов і їх наслідків.
- **HAZOP (Hazard and Operability Study):** ідентифікація відхилень у технологічних процесах.
- **Bow-Tie аналіз:** візуалізація причин і наслідків небезпечних подій.
- **QRA (Quantitative Risk Assessment):** кількісна оцінка ризиків і вірогідностей.

Узагальнююча таблиця класифікації

Критерій класифікації	Види програм	Приклади
Функціональне призначення	EHS-системи, спеціалізовані ПЗ (PHA-Pro, BowTieXP), управління хімречовинами, BI-аналітика, VR/AR-навчання	SAP EH&S, Intelex, EcoOnline, Tableau
Масштаб використання	Локальні, корпоративні, галузеві/національні	Локальні газоаналізатори, Intelex, державні системи
Спосіб розгортання	On-premise, хмарні, гібридні	Enablon (хмара), SAP EH&S (on-premise)
Методологічна основа	FMEA, HAZOP, Bow-Tie, QRA	PHA-Pro, BowTieXP

3. Методи ідентифікації небезпечних факторів за допомогою цифрових інструментів

Check-lists (контрольні списки) в цифровій формі

Використовуються для **систематичної перевірки умов праці**.

Мобільні додатки дозволяють інженерам з охорони праці відзначати виконання пунктів у реальному часі.

Дані автоматично зберігаються в базі, формуючи історію перевірок.

Приклад: застосунок **iAuditor** дозволяє створювати цифрові чек-листи для інспекцій та миттєво формувати звіти.

HAZOP (Hazard and Operability Study)

Методика для аналізу технологічних процесів і виявлення можливих відхилень від норми.

ПЗ допомагає структурувати дані та автоматично генерувати таблиці з відхиленнями, причинами і наслідками.

Приклад: програма **PHA-Pro** використовується на хімічних підприємствах для проведення HAZOP-аналізу реакторів і трубопроводів.

FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)

Оцінює **потенційні відмови обладнання** та їхні наслідки.

Системи автоматично розраховують коефіцієнти ризику (RPN – Risk Priority Number) і ранжують їх за критичністю.

Приклад: у машинобудуванні програмне забезпечення FMEA-модулів у SAP використовується для оцінки ризиків при експлуатації верстатів.

Bow-Tie аналіз (діаграма «метелик»)

Візуалізація небезпечної події:

зліва – причини;

справа – наслідки;

по центру – сама подія;

бар'єри показують, як можна запобігти події або зменшити наслідки.

Спеціалізовані програми дозволяють автоматично будувати такі діаграми та додавати інтерактивні бар'єри.

Приклад: BowTieXP використовується в авіації для аналізу ризиків відмов систем літаків.

What-if аналіз («що буде, якщо…»)

Імітаційне моделювання можливих аварійних ситуацій.

Дозволяє змоделювати розвиток події при зміні одного параметра.

Приклад: у нафтогазовій промисловості What-if аналіз допомагає передбачити наслідки витоку газу при пошкодженні клапана.

QRA (Quantitative Risk Assessment) – кількісна оцінка ризиків

Розрахунок ймовірностей небезпечних подій і масштабу наслідків.

Використовується для великих промислових об'єктів (нафтобази, хімічні заводи).

Приклад: QRA-модулі в Enablon або Intelex дозволяють оцінити ризик пожежі на складі хімікатів із урахуванням статистики аварій.

GIS-технології для просторової ідентифікації ризиків

Використання карт і геоінформаційних систем для нанесення небезпечних зон.

Дає можливість аналізувати розташування джерел ризику відносно робочих місць.

Приклад: у гірничій промисловості GIS-системи використовуються для відображення зон можливих зсувів і газоутворення.

Інтеграція з IoT та Big Data

Дані з сенсорів (газоаналізатори, шумоміри, браслети працівників) автоматично потрапляють у систему аналізу ризиків.

Big Data дозволяє виявляти закономірності у великих обсягах даних про інциденти.

Приклад: на енергетичних об'єктах дані з тисяч датчиків збираються у систему SCADA і аналізуються модулями ризик-менеджменту.

Таким чином, цифрові інструменти не лише автоматизують традиційні методики ідентифікації небезпечних факторів, але й розширюють можливості завдяки візуалізації, аналітиці та інтеграції з IoT/Big Data.

4.4. Функціональні можливості ПЗ для оцінки виробничих ризиків

1. Формування реєстру небезпек і ризиків

- Програмні комплекси дозволяють вести централізований електронний реєстр: усі небезпечні фактори, джерела ризику, рівні їх критичності.
- Система автоматично прив'язує ризики до обладнання, процесів чи робочих місць.

Приклад: у SAP EH&S створюється реєстр ризиків, де кожному ризику призначається відповідальна особа і план заходів.

2. Моделювання сценаріїв аварій

- Спеціалізоване ПЗ дозволяє створювати віртуальні моделі розвитку аварій.
- Задаються початкові умови (наприклад, витік газу, відмова клапана) та визначаються наслідки.
- ПЗ візуалізує можливі шляхи розвитку подій.

Приклад: у BowTieXP будується діаграма, яка показує причини витоку газу та бар'єри, що можуть його зупинити.

3. Кількісна оцінка ризиків (QRA)

- ПЗ розраховує ймовірність настання подій і тяжкість наслідків.
- Використовуються математичні моделі (статистика, імовірнісні методи, моделювання поширення вогню/газу).

Приклад: Enablon дозволяє прогнозувати, як далеко поширюється хмара аміаку при витоку, та яку площу слід евакуювати.

4. Побудова карт ризиків (Risk Heat Maps)

- Дані про ризики візуалізуються у вигляді кольорових матриць (низький – зелений, середній – жовтий, високий – червоний).
- Дає можливість швидко визначити найнебезпечніші ділянки підприємства.

Приклад: у Power BI створюють інтерактивні карти ризиків із фільтрацією за цехами чи типами небезпек.

5. Аналіз історії інцидентів і прогнозування

- ПЗ зберігає всю інформацію про аварії, нещасні випадки та «майже інциденти» (near misses).
- На основі великих даних система формує прогнози: де і коли може статися наступний інцидент.

Приклад: Intelex аналізує історію падінь працівників на будівельному майданчику й прогнозує найбільш небезпечні ділянки.

6. Автоматизоване формування звітності

- Формуються звіти для внутрішнього контролю, державних перевірок, міжнародної сертифікації (ISO 45001).
- ПЗ генерує графіки, діаграми, KPI (кількість інцидентів, середній час реакції, динаміка ризиків).

Приклад: EcoOnline автоматично формує хімічні паспорти безпеки (MSDS) для речовин.

7. Прив'язка ризиків до планів заходів (Action Plans)

- Для кожного виявленого ризику створюється «паспорт ризику» з відповідальними особами, термінами та заходами.
- Система надсилає нагадування про необхідність виконати дію.

Приклад: у Intelex після ідентифікації ризику система створює завдання відповідальному інженеру з конкретним дедлайном.

8. Використання симуляцій і VR/AR

- VR-тренажери дозволяють моделювати аварійні ситуації та відпрацьовувати дії персоналу.
- AR-інструменти можуть показувати «накладені» зони ризиків у реальному цеху.

Приклад: на нафтопереробних заводах VR-сценарії відтворюють витік газу та тренують правильну евакуацію.

9. Інтеграція з IoT і SCADA

- Дані від сенсорів (CO, шум, температура, вібрації) автоматично потрапляють у ПЗ ризик-менеджменту.
- Система формує тривоги та блокує обладнання у разі перевищення норм.

Приклад: SCADA-система передає дані про тиск у резервуарах у Enablon, яка формує карту ризику для диспетчера.

Переваги використання

- швидке прийняття рішень у кризових ситуаціях;
- підвищення точності оцінок;
- зменшення людського фактору;
- інтеграція з корпоративним управлінням;
- формування культури безпеки на підприємстві.

4.5. Інтеграція спеціалізованих програм у загальну систему управління підприємством

Необхідність інтеграції

Спеціалізоване програмне забезпечення для ідентифікації небезпек і оцінки ризиків ефективне лише тоді, коли воно **вбудоване в загальний контур управління підприємством**. Інтеграція дозволяє:

- об’єднати дані про ризики з фінансовими, кадровими та виробничими показниками;
- створити єдиний центр управління безпекою;
- приймати обґрунтовані управлінські рішення на основі комплексної аналітики.

Основні напрями інтеграції

a) З ERP-системами (Enterprise Resource Planning)

ERP відповідають за фінанси, матеріальні ресурси, планування виробництва.

Інтеграція дозволяє:

- планувати бюджети на охорону праці;
- враховувати витрати на профілактичні заходи;
- бачити вплив інцидентів на економічні результати підприємства.

Приклад: у SAP ERP модуль EH&S пов’язаний із закупівлями ЗІЗ і витратами на навчання персоналу.

b) З HR-системами

HR-системи відстежують кадрові дані, компетенції та навчання працівників.

Інтеграція з ПЗ для оцінки ризиків дає змогу:

- контролювати проходження медоглядів і тренінгів;
- вести електронні журнали інструктажів;
- автоматично обмежувати доступ до небезпечних зон для неатестованих працівників.

Приклад: у Workday інтегрується модуль безпеки, що відслідковує, хто має право працювати з хімічними речовинами.

c) З SCADA/MES-системами (виробничий рівень)

SCADA контролює технологічні процеси, MES – виконання виробничих завдань.

Інтеграція дає можливість:

- отримувати дані з датчиків у реальному часі;
- автоматично формувати тривоги у системі ризик-менеджменту;
- блокувати обладнання при перевищенні порогів.

Приклад: на хімічному підприємстві SCADA надсилає дані про тиск у реакторі в PHA-Pro, яка оцінює ризик і формує попередження.

d) З EHS-платформами (Environment, Health & Safety)

EHS – комплексні системи для управління екологічними, соціальними та безпековими аспектами.

- Інтеграція з ПЗ для ризиків дозволяє будувати повну **карту ризиків підприємства**.

Приклад: Enablon інтегрує дані з IoT-сенсорів та формує звітність для ESG-показників компанії.

e) З BI-платформами (Business Intelligence)

Інструменти бізнес-аналітики (Power BI, Tableau) перетворюють дані ризик-менеджменту у дашборди для керівництва.

Дозволяють відслідковувати **KPI безпеки**: кількість інцидентів, середній час реагування, витрати на профілактику.

Переваги інтеграції

Комплексність: усі дані про ризики враховуються в управлінських рішеннях.
Прозорість: керівництво бачить повну картину взаємозв'язку «безпека – фінанси – ефективність».
Автоматизація: мінімізація ручного введення даних.
Відповідність стандартам: полегшена підготовка до аудитів ISO 45001, ISO 31000.
Прогнозування: аналіз великих даних дозволяє передбачати аварійні ситуації.

Виклики інтеграції

- висока вартість впровадження комплексних рішень;
- складність сумісності між різними системами;
- потреба у кіберзахисті даних;
- необхідність навчання персоналу.

4.6. Переваги застосування цифрових рішень для оцінки ризиків

1. Підвищення точності та об'єктивності

Цифрові системи ґрунтуються на стандартизованих методиках (HAZOP, FMEA, Bow-Tie, QRA).

Виключають суб'єктивність експерта та людські помилки.

Приклад: у програмі **PHA-Pro** автоматично розраховується коефіцієнт ризику для кожної операції, що зменшує вплив «людського фактору».

2. Швидкість оцінки та прийняття рішень

Система генерує карти ризиків та звіти в кілька кліків.

Можливість швидко реагувати на зміну умов (нове обладнання, нові небезпеки).

Приклад: у **Intelex** після введення даних про інцидент система миттєво оновлює карту ризиків для всього підприємства.

3. Прозорість і контроль

Усі дії (ідентифікація, оцінка, реагування) зберігаються у цифровому журналі.

Керівництво має доступ до даних у режимі реального часу.

Приклад: у **SAP EH&S** кожен інцидент фіксується із зазначенням відповідальної особи та строку усунення.

4. Можливість моделювання сценаріїв

Цифрові рішення дозволяють тестувати «що буде, якщо…».

Це допомагає будувати плани аварійного реагування ще до виникнення інцидентів.

Приклад: BowTieXP використовується авіакомпаніями для моделювання сценаріїв відмов систем літаків і оцінки бар'єрів безпеки.

5. Прогнозування на основі даних (Big Data, AI)

Системи накопичують статистику інцидентів і «майже аварій» (near misses).

Алгоритми штучного інтелекту прогнозують, де можуть виникнути проблеми.

Приклад: у нафтогазових компаніях аналітика інцидентів дозволила виявити, що 70% аварій відбувалися після понаднормових змін, і прийняти рішення щодо ротації персоналу.

6. Інтеграція з IoT і сенсорними системами

Дані з датчиків надходять у реальному часі, ризики оцінюються «на льоту».

Приклад: у хімічній промисловості дані з газоаналізаторів автоматично передаються у систему **Enablon**, яка блокує обладнання при перевищенні допустимих норм.

7. Оптимізація витрат

Запобігання аваріям і травмам зменшує витрати на лікування, компенсації та ремонти.

Ефективніше планування бюджету на охорону праці.

Приклад: будівельна компанія після впровадження цифрової системи контролю падінь з висоти скоротила страхові виплати на 25%.

8. Відповідність міжнародним стандартам і аудитам

Автоматично формується документація для ISO 31000, ISO 45001, OSHA.

Легше проходити перевірки та сертифікації.

Приклад: EcoOnline генерує готові звіти для аудиту хімічних складів.

9. Формування культури безпеки

Працівники бачать прозору систему контролю та управління ризиками.

Підвищується довіра до служби охорони праці.

Приклад: використання VR-тренінгів у Європі дозволило зменшити кількість порушень техніки безпеки на 30%.

10. Стратегічна цінність для управління

Ризик-менеджмент стає частиною стратегічних рішень компанії.

Керівництво бачить прямий зв'язок між безпекою, фінансами та ефективністю.

Приклад: у міжнародних концернах карти ризиків інтегруються в корпоративні **ESG-звіти**, що підвищує інвестиційну привабливість компанії.

Контрольні запитання

1. Яке основне призначення спеціалізованого програмного забезпечення у сфері охорони праці?
2. Які основні функції виконують EHS-платформи (Intelex, Enablon, SAP EH&S)?
3. Чим відрізняються спеціалізовані програми для аналізу ризиків (PHA-Pro, BowTieXP) від комплексних EHS-рішень?
4. Назвіть основні методи ідентифікації небезпечних факторів, що реалізуються у цифрових інструментах.
5. Як ПЗ реалізує методику HAZOP і для чого вона використовується?
6. У чому полягає суть FMEA-аналізу та як програмні продукти його автоматизують?
7. Які можливості надає Bow-Tie аналіз у візуалізації причин і наслідків небезпечних подій?
8. Як інтегрується спеціалізоване ПЗ з ERP, HR та SCADA/MES системами підприємства?
9. Які ключові переваги використання цифрових рішень для оцінки ризиків у порівнянні з традиційними методами?
10. Яке значення має використання VR/AR-технологій у моделюванні аварійних ситуацій та навчанні персоналу?