

ЛЕКЦІЯ 12

АНАЛІЗ ДЕРЕВА ПОДІЙ (ЕТА). АНАЛІЗ ПРИЧИН ТА НАСЛІДКІВ

Аналіз дерева подій (ЕТА)

Стислий огляд

Метод ЕТА – Event Tree Analysis – є графічним методом подання взаємовиключних послідовностей подій, що наступають за появою вихідної події, відповідно до функціонування і нефункціонування систем, розроблених для пом'якшення наслідків небезпечної події (рис. 5.3). Метод ЕТА може бути застосований для якісної та/або кількісної оцінки.

На рис. 5.3 подано прості розрахунки для типового дерева подій в ситуації, коли гілки дерева подій повністю незалежні.

Послідовність подій легко подати у вигляді дерева подій, і тому за допомогою ЕТА легко встановити, погіршують або пом'якшують наслідки події, беручи до уваги додаткові системи, функції або бар'єри.

Сфера застосування

Метод ЕТА може бути використаний для моделювання, обчислення та ранжування (з точки зору ризику) різних сценаріїв інциденту після виникнення початкової події.

Метод ЕТА може бути застосовано на всіх стадіях життєвого циклу продукції або процесу. Цей метод може бути використано на якісному рівні при мозковому штурмі, визначенні сценаріїв і після – послідовностей подій, які можуть виникнути після початкової події і при визначенні впливу на результат різних видів обробки ризику, бар'єрів або засобів управління, призначених для зниження небажаних наслідків.

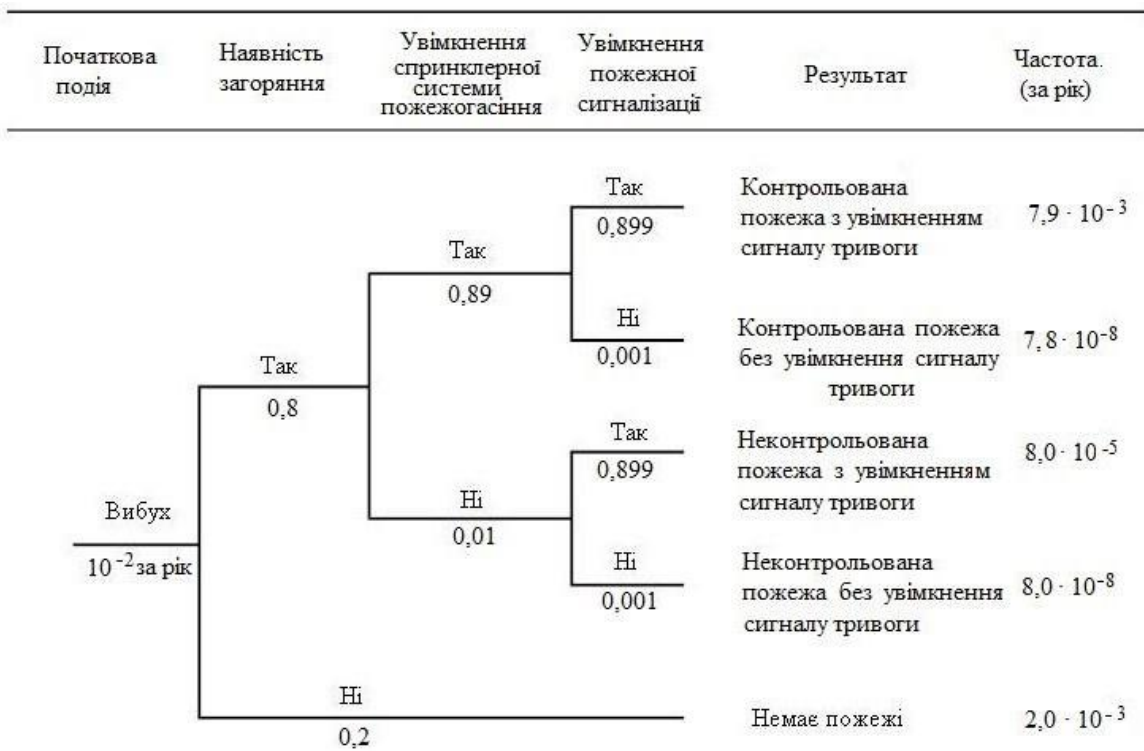


Рисунок 5.3 – Приклад дерева подій

При оцінці допустимих засобів управління найбільш доцільним є застосування методу ЕТА для кількісного аналізу. Найчастіше цей метод застосовують при моделюванні відмов у ситуації використання великої кількості засобів захисту. Метод ЕТА може бути використаний при моделюванні початку події для виявлення можливих втрат і переваг. Однак в обставинах, де необхідно знайти шляхи оптимізації та одержання найбільших переваг, частіше використовують моделювання за допомогою дерева рішень.

Вхідні дані

Вхідні дані включають в себе:

- перелік розглянутих початкових подій;
- інформацію про способи обробки, бар'єри, засоби управління і відповідні імовірності відмови (для кількісного аналізу);
- розуміння процесів нормування початкової відмови.

Процес виконання методу

Побудову дерева подій починають із вибору початкової події. Це може бути інцидент, такий, як вибух пилу, або така подія, як відмова системи енергопостачання. Далі перераховують наявні функції або системи, спрямовані на пом'якшення наслідків. Для кожної функції або системи креслять лінії для відображення її справного стану або відмови. Імовірність відмови може бути оцінена і призначена для кожної такої лінії. Цю умовну ймовірність оцінюють, наприклад, за допомогою експертних оцінок або аналізу дерева несправностей. Таким чином зображують різні шляхи розвитку подій від початкової події.

Слід враховувати, що ймовірності на дереві подій є умовними, наприклад, ймовірність спрацьовування розбризкувача системи пожежогасіння, отримана при випробуваннях у нормальних умовах, буде відрізнятися від ймовірності спрацьовування цієї системи при загорянні, спричиненому вибухом.

Кожна гілка дерева являє собою ймовірність того, що всі події на цьому шляху відбудуться. Тому ймовірність результату обчислюють як добуток окремих умовних ймовірностей і ймовірності початкової події за умови незалежності подій.

Вихідні дані

Вихідні дані ЕТА включають в себе таке:

- якісний опис можливих проблем у вигляді комбінацій подій, що являють собою різні наслідки початкової події (ранжування наслідків);
- кількісні оцінки частоти або ймовірності появи подій і відносної значущості різних наслідків відмов, а також подій, що їм сприяють;
- перелік рекомендацій щодо зниження ризику;
- кількісні оцінки ефективності впровадження рекомендацій.

Переваги та недоліки

Переваги методу ЕТА:

- за допомогою методу ЕТА легко схематично зобразити сценарії розвитку подій після виникнення початкової події, провести аналіз

працездатного стану або відмови допоміжних систем або функцій, призначених для зниження наслідків відмови, й оцінити їх вплив;

– метод допомагає врахувати фактор часу, побачити взаємозв'язки і ланцюгові реакції, які складно досліджувати за допомогою методу дерева несправностей;

– метод графічно подає послідовність подій, що неможливо зробити за допомогою методу дерева несправностей.

Недоліи методу:

– для використання методу ЕТА складової частини загального процесу оцінки необхідно ідентифікувати всі можливі початкові події. Цього можна досягти за допомогою використання інших методів аналізу (наприклад, HAZOP, РНА), проте завжди залишається ймовірність того, що не враховано деякі важливі початкові події;

– метод дерева подій можна застосовувати тільки для двох станів системи (працездатного стану і відмови), в ньому важко врахувати відстрочене порушення працездатного стану системи або її відновлення;

– кожен шлях реалізації обумовлений поєднанням подій, що відбулися в попередніх точках розгалуження схеми дерева подій. Тому розглядають всі взаємозв'язки щодо можливих шляхів розвитку події. Однак деякі взаємозв'язки, наприклад, загальні компоненти, системи постачання і персонал, можуть бути не враховані при розгляді, що може призвести до надмірно оптимістичної оцінки ризику.

Аналіз причин та наслідків

Загальні положення

Аналіз причин і наслідків є поєднанням методів дерева несправностей і дерева подій.

Цей метод починають із розгляду критичної події та аналізу її наслідків за допомогою застосування поєднання логічних елементів ТАК/НІ. Ці елементи являють собою умови, за яких система, розроблена для зниження наслідків

початкової події, знаходиться в працездатному стані або в стані відмови. Причини умов або відмов аналізують за допомогою методу дерева несправностей.

Сфера застосування

Метод аналізу причин і наслідків спочатку був розроблений як інструмент перевірки надійності систем, критичних для забезпечення безпеки, який використовували для більш повного розуміння відмов системи. Так само, як і метод аналізу дерева несправностей, цей метод використовують для відображення логіки відмови, що приводить до критичної події, однак додатково до функціональних можливостей дерева несправностей цей метод дозволяє провести аналіз послідовності появи відмов. Метод також дозволяє врахувати час запізнювання при аналізі наслідків, що неможливо при використанні методу дерева подій.

Метод використовують для аналізу різних варіантів роботи системи після виникнення критичної події залежно від поведінки її підсистем (наприклад, аварійних систем). Якщо такі варіанти можна охарактеризувати кількісно, то можуть бути оцінені ймовірності можливих наслідків критичної події. Оскільки кожна послідовність у діаграмі причин і наслідків є поєднанням дерев несправностей більш низького рівня, то метод аналізу причин і наслідків може бути використаний як спосіб побудови більш складних дерев несправностей. Діаграми складні в побудові та застосуванні, тому їх доцільно використовувати, коли втрати від наслідків відмов співставлені з витраченими зусиллями.

Вхідні дані

Для застосування методу необхідне розуміння системи, видів і сценаріїв відмов.

Процес виконання методу

На рис. 5.4 наведено концептуальну діаграму типового аналізу причин і наслідків.

Процедура аналізу включає такі етапи:

1. ідентифікацію критичної (або початкової) події (еквівалентної кінцевої події дерева несправностей та початкової події дерева подій);
2. розробку та валідацію дерева несправностей для причини початкової події. При цьому слід використовувати ті самі символи, що і при аналізі дерева несправностей;
3. визначення порядку розгляду умов відмови. У цьому порядку необхідно дотримуватися логічної послідовності та відповідної часової послідовності, в якій вони виникають.
4. побудову шляхів виникнення наслідків залежно від умов. Ця діаграма подібна дереву подій, проте розгалуження дерева подій доповнюють і зображують у вигляді окремого блоку, в якому вказують умови;
5. якщо відмови для кожного блоку умов незалежні, можливе розрахування ймовірності кожного наслідку. Для цього необхідно оцінити ймовірності кожного виходу умовного блоку (із застосуванням відповідних дерев несправностей).

Ймовірність будь-якої послідовності подій, що призводить до конкретного наслідку, визначають перемноженням ймовірностей кожної послідовності умов, що призводить до розглянутого наслідку. Якщо кілька послідовностей подій призводять до одного наслідку, то ймовірності всіх послідовностей складають. Якщо є залежності між відмовами в аналізованій послідовності (наприклад, порушення енергопостачання може спричинити кілька умов відмови), то умови залежності необхідно визначити до проведення розрахунку.

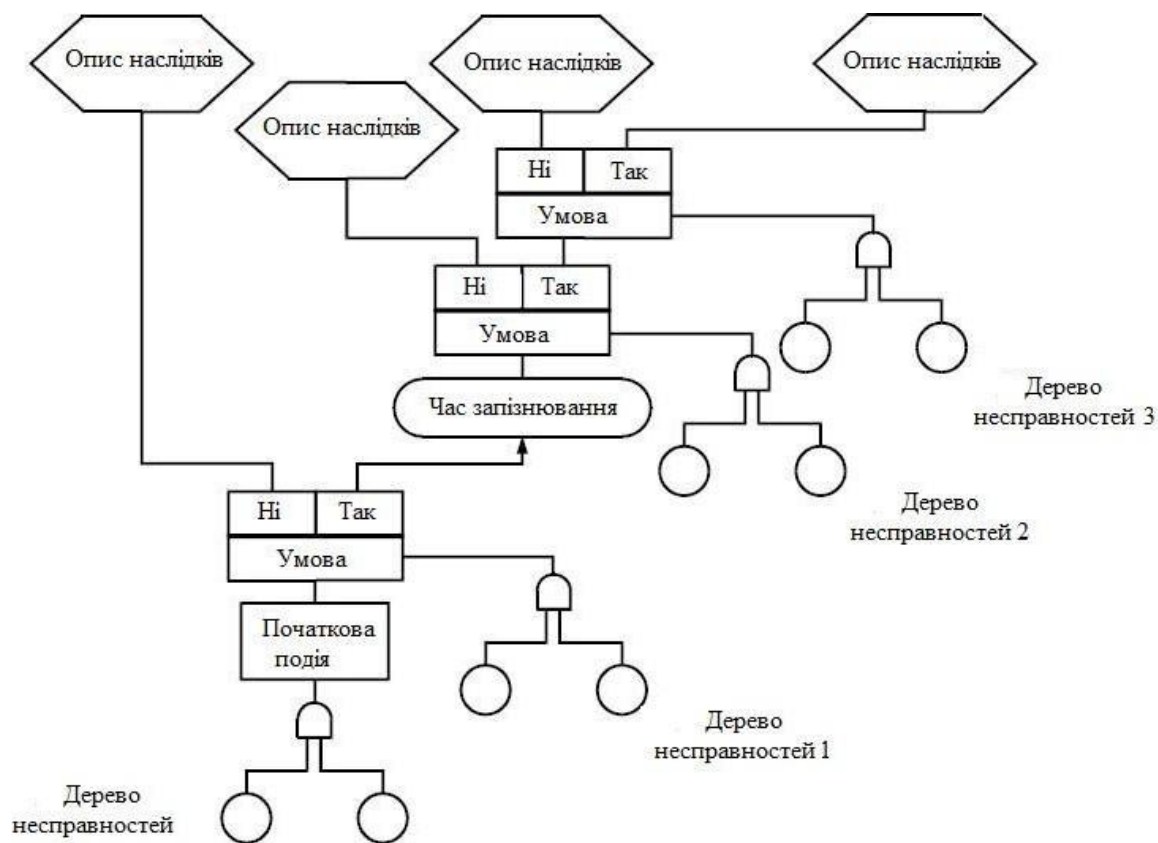


Рисунок 5.4 – Приклад аналізу причин і наслідків

Вихідні дані

Вихідними даними методу аналізу причин і наслідків є схематичне подання відмови системи із зазначенням причин і наслідків та оцінення ймовірності виникнення кожного потенційного наслідку, яка заснована на аналізі ймовірностей виникнення відповідних умов після критичної події.

Переваги та недоліки

Переваги методу аналізу причин і наслідків аналогічні загальним пріоритетам методів дерева подій і дерева несправностей. Крім того, даний метод дозволяє подолати деякі з недоліків цих методів, оскільки дозволяє аналізувати події, що розвиваються протягом тривалого періоду часу. Аналіз причин і наслідків забезпечує всебічне уявлення про систему.

Недоліком методу є його складність порівняно з методами

дерева несправностей і дерева подій як при побудові схеми, так і при врахуванні залежностей у випадку кількісного аналізу.