

## ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО І ВНЕСЕНО Асоціацією «Надійність машин і споруд»  
2 ЗАТВЕРДЖЕНО І ВВЕДЕНО ВДІЮ наказом Держстандарту України № 310 від 8 грудня 1994 р.  
3 Стандарт концептуально гармонізовано з міжнародними стандартами серії ISO 9000 та публікаціями ІЕС 300  
4 ВВЕДЕНО ВПЕРШЕ  
5 РОЗРОБНИКИ: В.Л. Стрельніков, д-р техн. наук (керівник розробки), І.З. Аронов, канд. техн. наук, В.П. Коньков, канд. техн. наук, О.В. Федухін, канд. техн. наук

## ЗМІСТ

- 1 Галузь використання
  - 2 Нормативні посилення
  - 3 Визначення
  - 4 Основні положення
  - 5 Аналіз надійності за результатами виконання ПЗН
    - 5.1 Загальні положення
    - 5.2 Аналіз надійності об'єкта на стадії проектування та розробки
    - 5.3 Аналіз надійності об'єкта на стадії виготовлення та встановлення
    - 5.4 Аналіз надійності об'єкта на стадії експлуатації та обслуговування
  - 6 Кількісні методи аналізу надійності об'єкта
    - 6.1 Загальні положення
    - 6.2 Порядок аналізу надійності системи
    - 6.3 Загальні методи якісного аналізу
    - 6.4 Аналіз характеру та наслідків відмов
    - 6.5 Аналіз діагностичного дерева відмов
    - 6.6 Аналіз за допомогою блок-схеми надійності
    - 6.7 Прогнозування надійності за кількістю елементів (лямбда-метод)
    - 6.8 Марковський аналіз
    - 6.9 Імовірно-фізичний метод аналізу надійності
- Додаток А Послідовність аналізу об'єкта на надійність на стадіях проектування, виготовлення та експлуатації.  
Додаток Б Переваги та недоліки кількісних методів аналізу надійності

ДСТУ 2861-44

## ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

### НАДІЙНІСТЬ ТЕХНІКИ АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ Основні положення

### НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИКИ АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ Основные положения

### DEPENDIBILITY OF TECHNICS DEPENDIBILITY ANALYSIS Basic principles

Чинний від 01.01.97 (12-95 с.32)

#### 1 Галузь використання

Цей стандарт поширюється на технічні системи, пристрої, машини, механізми, апаратуру, прилади чи будь-які їх частини (далі — об'єкти), що розглядаються з погляду надійності як самостійні одиниці, і встановлює основні положення та порядок проведення аналізу надійності об'єктів на всіх стадіях життєвого циклу.

Стандарт придатний для цілей сертифікації.

В разі необхідності положення цього стандарту можуть бути конкретизовані стосовно видів

техніки та однорідної продукції.

## **2 Нормативні посилання**

У цьому стандарті є посилання на такі нормативні документи:  
ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення  
ГОСТ 40.9001-88 Системы качества. Модель для обеспечения качества при проектировании и (или) разработке, производстве, монтаже и обслуживании,

## **3 Визначення**

У цьому стандарті використовуються загальні терміни в галузі надійності, визначення яких встановлено ДСТУ 2860.

Додатково наведено такі терміни, що стосуються аналізу надійності.

Деградація (деградаційний процес) - дія одного чи сукупності природних процесів старіння, корозії, зношування, втоми та руйнування.

Прогнозування надійності - окремий випадок розрахунку надійності на основі математичних моделей, які відображають тенденцію зміни раніш оціненої надійності об'єктів-аналогів або їх складових частин з урахуванням зміни конструкції та умов експлуатації.

Комплект зальних частин, інструменту та приладів (ЗІП) — запасні частини, необхідні для технічного обслуговування й ремонту об'єктів, скомплектовані залежно від призначення та умов їх використання.

Система — об'єкт, який піддається розкрупненню на складові частини (елементи).

Елемент — об'єкт, який розглядається при розрахунку надійності як єдине ціле, що не підлягає подальшому розкрупненню.

## **4 Основні положення**

4.1 Аналіз надійності проводять з метою:

- перевірки здійсності встановлених вимог і (або) оцінки імовірності досягнення потрібного рівня надійності складових частин та об'єкта в цілому;
- перевірки ефективності запропонованих (реалізованих) заходів щодо доопрацювання конструкції, технології виготовлення, стратегії технічного обслуговування та ремонту для підвищення надійності;
- прогнозування надійності та вибору раціональних шляхів забезпечення чи підвищення надійності.

Методи аналізу надійності використовуються для прогнозування безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності, готовності та заходів щодо забезпечення безпеки об'єкта, а також для порівняння наслідків прогнозування із заданими вимогами.

4.2 Завдання аналізу надійності та його обсяг залежать від стадії життєвого циклу об'єкта, глибини відпрацювання об'єкта на надійність, наслідків відмов і граничних станів об'єкта та інших чинників

Аналіз надійності проводять на етапах розробки технічного завдання, ескізного та технічного проєктів, виробництва й експлуатації на різних рівнях розкрупнення об'єкта згідно з ГОСТ 40.9001.

4.3 Комплекс заходів щодо аналізу надійності ґрунтується на таких принципах:

- вимоги споживача (замовника) щодо надійності замовлених об'єктів обов'язкові для розробника (виробника);
- у серійне виробництво повинні впроваджуватись об'єкти, показники надійності яких підтверджені;
- імовірність настання критичних відмов не повинна перевищувати гранично допустимого рівня протягом усього терміну експлуатації об'єкта;
- основний обсяг роботи щодо аналізу надійності повинен проводитися на стадії науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт.

4.4 Цей стандарт встановлює два основних підходи до аналізу надійності об'єктів:

- аналіз надійності об'єкта за результатами заходів і способів щодо забезпечення надійності на етапах проєктування, виробництва та експлуатації відповідно до програми забезпечення надійності (ПЗН);
- кількісні методи аналізу надійності об'єкта, які ґрунтуються на аналізі умов експлуатації, причин і механізмів відмов, показників надійності елементів, стратегій технічного обслуговування та ремонту тощо.

4.5 Аналіз надійності об'єкта за результатами виконання заходів і способів, передбачених програмою забезпечення надійності, дає змогу:

— одержати якісну оцінку досягнутого рівня надійності об'єкта та встановити можливість дотримання вимог щодо надійності;

— обґрунтувати необхідні коригування та доопрацювання конструкції, технології виготовлення, системи технічного обслуговування і ремонту об'єкта з метою підвищення надійності;

— підготувати необхідні дані для використання кількісних методів аналізу надійності об'єкта.

4.6 Кількісні методи аналізу надійності об'єкта дають змогу:

— визначити кількісні показники надійності та встановити можливість дотримання вимог щодо рівня надійності;

— виконати порівняльний аналіз надійності варіантів конструкцій об'єкта;

— прогнозувати й оптимізувати надійність з урахуванням встановлених вимог, стратегій технічного обслуговування та ремонту, вжитих заходів щодо підвищення надійності.

## **5 Аналіз надійності за результатами виконання ПЗН**

### **5.1 Загальні положення**

Відповідність рівня надійності об'єкта за результатами аналізу вжитих заходів, що є складовою частиною ПЗН, доцільно визначати у тих випадках, коли об'єкт має високі значення показників безвідмовності та довговічності або дуже складну функціональну структуру, коли відсутні будь-які вірогідні дані, необхідні для кількісної оцінки надійності.

Зміст аналізу надійності та його обсяг залежать від етапу життєвого циклу об'єкта та глибини відпрацювання його надійності. Після закінчення кожного етапу проводяться документований, систематизований та критичний аналізи наслідків вжитих заходів ПЗН. Кожен етап аналізу повинен передбачати участь фахівців усіх підрозділів, які відповідають за реалізацію функцій, що впливають на якість і надійність системи, залежно від стадії, що розглядається. Внаслідок періодичного аналізу визначаються та прогноуються межі виникнення проблем невідповідностей, а також проведення коригувальних заходів впливу, які забезпечують відповідність рівня надійності об'єкта встановленим вимогам.

Повнота та виконання всіх заходів ПЗН є основою того, що конструктивне виконання та технологічний процес виготовлення об'єкта відповідають встановленим вимогам, які забезпечують задані вимоги щодо надійності.

### **5.2 Аналіз надійності об'єкта на стадії проектування та розробки**

5.2.1 На стадії проектування та розробки виконують такі основні види робіт щодо аналізу надійності:

— аналіз наявності та повноти ПЗН;

— аналіз вимог щодо надійності, вибір номенклатури та нормування показників надійності об'єкта з урахуванням особливостей його конструктивного виконання, режимів використання й умов експлуатації, наслідків відмов та інших чинників;

— аналіз надійності кращих вітчизняних і закордонних аналогів, складових частин, комплектуючих виробів, властивостей конструкційних матеріалів;

— аналіз видів, наслідків і критичності несправностей об'єкта;

— аналіз умов експлуатації та зовнішніх діючих чинників (ЗДЧ);

— аналіз можливих схемно-конструктивних варіантів побудови об'єкта, розрахунки надійності цих варіантів об'єкта і вибір найкращого за надійністю варіанта;

— аналіз і обґрунтування вимог щодо надійності класових частин;

— аналіз вибору конструкційних матеріалів і комплектуючих елементів з урахуванням вимог щодо надійності;

— аналіз заходів, що забезпечують стійкість об'єкта до ЗДЧ, виявлення складових частин, критичних до різних ЗДЧ;

— уточнення оцінок показників надійності об'єкта в цілому і його складових частин для вибраного варіанта побудови об'єкта;

— аналіз причин відмов дослідних зразків, розробка заходів щодо їх усунення;

— аналіз результатів випробувань на надійність макетів, дослідних зразків об'єкта та його складових частин;

— аналіз ремонтної та експлуатаційної документації з точки зору забезпечення надійності;

— аналіз системи збирання та опрацювання інформації щодо надійності об'єкта і його

складових частин на різних стадіях життєвого циклу виробів;

- аналіз технології виготовлення з тички зору забезпечення вимог щодо надійності;
- техніко-економічний аналіз ефективності заходів, що впроваджуються на етапі, з метою забезпечення надійності;
- аналіз нормативної та методичної документації, необхідної для забезпечення надійності.

5.2.2 Аналізують заходи, вжиті з метою підвищення надійності об'єктів, що проектуються, зокрема:

- збільшення кількості проектних рішень, що аналізуються на надійність;
- більш детальний та різнобічний аналіз надійності кожного проектного рішення;
- використання ЕОМ для вирішення принципово нових завдань, які пов'язані з можливістю моделювання процесів, що описують функціонування виробу;
- підвищення точності методів розрахунку надійності, що використовуються;
- автоматизація інформаційних потоків про надійність між різними підрозділами (дані про аналоги, властивості матеріалів, результати випробувань макетів) тощо;
- створення і вдосконалення методів, що дають змогу формалізувати проектно-пошукові дослідження й об'єктивно оцінювати та прогнозувати надійність.

5.2.3 На основі виконаних робіт з аналізу надійності на етапі проектування та розробки оформляють звіт і роблять відповідні висновки про можливість дотримання встановлених вимог і можливість переходу до наступного етапу розробки об'єкта, або дають рекомендації щодо доопрацювання проекту з метою усунення виявлених недоліків. Встановлюються перелік критичних елементів об'єкта (системи) та пропозиції щодо їх усунення.

Примітка. В разі необхідності та достатності вихідних даних можна використовувати метод (чи декілька методів) кількісного аналізу надійності, описаний у наступному розділі цього стандарту.

5.3 Аналіз надійності об'єкта на стадії виготовлення та встановленню

5.3.1 На стадії виготовлення та встановлення виконують такі основні види робіт щодо аналізу надійності:

- аналіз наявності і повноти ПЗН;
- аналіз прогресивних технологічних рішень;
- аналіз обраної технології виготовлення з точки зору забезпечення заданих вимог щодо надійності;
- аналіз методів контролю параметрів технологічних процесів, що лімітують надійність;
- аналіз точності і стабільності технологічних процесів;
- аналіз можливостей вхідного контролю якості сировини, матеріалів і комплектуючих;
- аналіз функціонування служби контролю якості продукції;
- аналіз результатів атестації випробувального устаткування та засобів контролю;
- аналіз правильності вибору режимів і тривалості технологічного прогону;
- аналіз повноти програм і методик випробувань;
- аналіз системи збирання й опрацювання інформації про несправності, що виникають під час виробництва;
- аналіз системи технічного обслуговування та ремонту;
- аналіз програми навчання обслуговуючого персоналу;
- аналіз якості пусконаладжувальних робіт.

5.3.2 Аналізують вжиті заходи щодо підвищення надійності об'єкта, що виготовляється, шляхом, наприклад:

- використання передових методів організації виробництва;
- автоматизації технологічних процесів;
- впровадження гнучких виробничих систем, робототехнічних комплексів та автоматизованих систем керування технологічними процесами;
- впровадження методів неруйнівного контролю та технічної діагностики;
- забезпечення промислової чистоти та культури виробництва.

5.3.3 На основі результатів аналізу вжитих заходів згідно з 5.2, 5.3.1 і 5.3.2 оформляють звіт з відповідними рекомендаціями та висновком про можливість дотримання встановлених вимог та (чи) оцінки імовірності досягнення потрібного рівня надійності об'єкт.. Встановлюють основні технологічні процеси та пропозиції щодо їх доопрацювання.

Примітка. В разі потреби аналіз надійності об'єкта, що виготовляється, можна проводити з використанням методів контролю параметрів технологічних процесів і (чи) кількісних методів аналізу, які наведені в наступному розділі цього стандарту.

Аналіз видів відмов і оцінка впливу наслідків відмов на працездатність об'єкта. Оцінка надійності варіантів об'єкта та вибір найкращого технічного рішення. Аналіз схемних і конструктивних рішень, що задовольняють заданим у ТЗ вимогам щодо надійності. Аналіз і уточнення оцінок показників надійності об'єкта в цілому та його складових частин для вибраного варіанту побудови об'єкта

Аналіз інформації про надійність об'єктів-аналогів за даними експлуатації. Аналіз переліку елементів, рекомендованих до застосування, на відповідність вимогам щодо надійності. Аналіз переліку елементів, що лімітують надійність об'єкта, аналіз зовнішніх діючих чинників (ЗДЧ), що впливають на надійність елементів, складових частин та об'єкта в цілому. Аналіз способів захисту від ЗДЧ

Аналіз і уточнення, схемного та конструктивного рішень об'єкта з метою забезпечення вимог ТЗ щодо надійності. Аналіз карт робочих режимів елементів. Аналіз надійності елементів, проведення теплових розрахунків і розрахунків на міцність, аналіз способів охолодження чи підігрівання, Аналіз переліку елементів, що лімітують надійність і підлягають вхідному контролю. Оцінка надійності об'єкта та перевірка відповідності її вимогам ТЗ щодо надійності

Аналіз запасів працездатності. Аналіз наслідків перевірки функціонування за екстремальних умов. Аналіз системи контролю справності об'єкта під час експлуатації. Аналіз параметрів для діагностування несправностей. Аналіз повноти контрольних та діагностичних тестів. Аналіз методів попередження відмов і захисту від їх наслідків

Аналіз ремонтпридатності. Аналіз програм і методик проведення випробувань макетів і дослідного зразка. Аналіз наявності та придатності комплексу спеціального випробувального обладнання. Аналіз системи метрологічного забезпечення випробувань. Аналіз причин несправностей та відмов, що виникли під час проведення випробувань об'єкта та розробка заходів щодо їх усунення. Аналіз експериментальної перевірки працездатності системи контролю та діагностування. Аналіз експериментальної перевірки безпеки та живучості при порушенні умов експлуатації. Аналіз інформації про результати випробувань дослідного зразка та оцінка відповідності вимогам ТЗ щодо надійності. Аналіз повноти проведеною коригування документації за результатами випробувань

		Аналіз правил експлуатації об'єкта. Аналіз систем технічного обслуговування та ремонту. Аналіз методики формування комплексу ЗІП та оцінка його достатності для забезпечення вимог ТЗ щодо надійності. Аналіз ремонтної та експлуатаційної документації
	Розробка технології виготовлення дослідного зразка об'єкта	Аналіз переліку технологічних процесів, що впливають на надійність об'єкта. Аналіз впливу стабільності технологічних процесів на надійність об'єкта
	Звіт про реалізацію ПЗН на стадії НДДКР	Аналіз реалізації ПЗН на об'єкт та його складові частини. Аналіз ефективності коригування (в разі потреби)
	Розробка ПЗНв	Аналіз наявності та повноти ПЗНв.
	Оцінка підготовленості виробництва до виготовлення об'єктів з необхідним рівнем надійності	Аналіз рівня розробки технологічних процесів виробництва. Аналіз атестації технологічних процесів робочих місць. Аналіз методів контролю параметрів технологічних процесів, що лімітують надійність об'єкта. Аналіз можливостей щодо реалізації програм і методик випробувань
	Оцінка надійності технологічних систем	Аналіз точності та стабільності технологічних процесів
	Розробка системи контролю надійності під час виготовлення	Аналіз можливостей вхідного контролю сировини, матеріалів, комплектуючих елементів, контролю якості і виготовлення складових частин і об'єкта в цілому
	Виявлення технологічних параметрів, що впливають на надійність і безпеку, та організація їх контролю	Аналіз стану технічної оснащеності та організації служб контролю якості продукції. Аналіз рівня автоматизації технологічних процесів і контрольних операцій. Аналіз повноти та вірогідності контролю
	Організація системи обліку вимов об'єкта: виявлених під час виготовлення	Аналіз наявності та ефективності доопрацювання об'єкта
	Оснащення випробувальним устаткуванням та засобами контролю	Аналіз результатів атестації випробувального устаткування та засобів контролю
	Складання переліку засобів неруйнівного контролю і технічного діагностування та оснащення цими засобами	Аналіз повноти переліку засобів неруйнівного контролю та перевірка атестації цих засобів
	Розробка режимів технологічного прогону	Аналіз правильності вибору режимів і тривалості технологічного прогону
	Розробка (чи) забезпечення необхідними НД і методичними матеріалами щодо забезпечення надійності під час виготовлення	Аналіз повноти переліку НД
	Випробування настановної серії	Аналіз повноти програм і методик випробувань. Аналіз відповідності об'єктів вимогам ТЗ щодо надійності. Аналіз причин виникнення несправностей та розробка заходів щодо їх усунення
	Коригування конструкторської та технологічної документації за результатами випробувань настановної серії	Аналіз наявності та ефективності доопрацювань об'єкта

<p>Збирання інформації про якість і надійність об'єкта за результатами контролю настановної серії</p> <p>Навчання кадрів сучасним методам забезпечення надійності об'єктів на стадії виробництва</p> <p>Розробка або уточнення програми забезпечення надійності на стадії серійного виготовлення</p> <p>Контроль за дотриманням конструкторської та технологічної документації</p> <p>Проведення технологічного прогону</p> <p>Збирання та аналіз інформації про надійність серійної продукції</p> <p>Аналіз рекламаций та причин відмов</p> <p>Проведення заходів щодо усунення причин технологічних відмов</p> <p>Атестація технологічних процесів і робочих місць</p>	<p>Аналіз системи технічного обслуговування та ремонту відносно вимог щодо надійності</p> <p>Аналіз рівня кваліфікації персоналу та якості програм навчання</p> <p>Аналіз повноти програми забезпечення надійності</p> <p>Аналіз повноти контролю. Аналіз результатів приймально-здавальних випробувань</p> <p>Аналіз ефективності техно-логічного прогону</p> <p>Аналіз системи збирання інформації про надійність</p> <p>Аналіз наявності та ефективності доопрацювань об'єкта</p> <p>Аналіз системи гарантійного обслуговування, перевірка обґрунтованості гарантійних термінів</p> <p>Аналіз результатів атестації технологічних процесів</p>
<p>Контроль надійності комплектуючих виробів</p> <p>Контроль за дотриманням технологічної дисципліни</p> <p>Організація та проведення періодичних випробувань</p> <p>Розробка та реалізація заходів щодо усунення причин відмов, які виявлені під час періодичних випробувань</p> <p>Організація та проведення навчання обслуговуючого персоналу правилам забезпечення надійності</p> <p>Розробка нормативної та методичної документації із забезпечення надійності під час експлуатації</p> <p>Підготовка місць експлуатації при використанні техніки</p> <p>Організація обліку інформації про відмови</p> <p>Вивчення інформації про несправності, які виявлені під час введення об'єктів в експлуатацію</p> <p>Оцінка якості монтажних робіт</p> <p>Проведення випробувань об'єктів на міцці експлуатації та оцінка їх працездатності</p> <p>Звіт про реалізацію ПЗНв на стадії виробництва</p> <p>Розробка ПЗНе</p>	<p>Аналіз результатів вхідного контролю</p> <p>Аналіз ефективності контролю. Перевірка кваліфікації персоналу</p> <p>Аналіз програм і методик періодичних випробувань. Аналіз причин виникнення несправностей</p> <p>Аналіз наявності та ефективності доопрацювань об'єкта</p> <p>Аналіз програми навчання</p> <p>Аналіз повноти НД</p> <p>Атестація робочих місць</p> <p>Аналіз первинних форм обліку інформації</p> <p>Аналіз ефективності доопрацювань об'єкта</p> <p>Аналіз якості монтажних робіт</p> <p>Аналіз програм і методик випробувань</p> <p>Аналіз реалізації ПЗНв</p> <p>Аналіз наявності та повноти ПЗНе</p>

	Контроль за дотриманням правил експлуатації Збирання та аналіз інформації про надійність об'єктів та їх складових частин Коригування ЗІП Коригування періодичності технічного обслуговування та ремонту	Аналіз експлуатаційних документів (інструкцій з експлуатації). Аналіз дотримання; правил безпеки Аналіз ефективності виявлення причин відмов. Аналіз системи збирання інформації про ладінність Аналіз достатності ЗІП Аналіз ефективності впровадження засобів технічної, діагностики. Аналіз функціонування засобів автоматизованого контролю експлуатаційних параметрів
--	--	--

між різними деревами вимагає особливого вивчення;

— головні причини, які визначаються за допомогою дерева і ведуть до верхньої події, стосуються тільки події, що аналізується (такі причини можуть призвести до інших подій);

— метод спрямований на аналіз несправностей або відмов і не розрахований на аналіз стратегій складного ремонту та технічного обслуговування чи аналіз загальної готовності.

### Б.3 Блок-схема надійності

#### Б.3.1 Переваги:

— може бути майже безпосередньо побудована з функціональних діаграм системи, що зменшує похибки при побудові діаграм та (чи) поданні функціональних шляхів, які стосуються надійності системи;

— дає змогу охопити майже всі типи конфігурацій системи, що включають паралельні, надлишкові, резервні та альтернативні функціональні шляхи;

— досліджувати більшість комбінаторних подій та деякі види залежностей;

— здійснювати повний аналіз параметрів на основі зміни функціональних показників системи;

— аналізувати (у випадку двох станів) функціональні (чи нефункціональні) шляхи з метою одержання мінімальних логічних моделей (наприклад, використовуючи алгебру Буля);

— може служити для аналізу чутливості з метою визначення деталей, які найбільш сприяють надійності системи в цілому;

— створювати моделі для оцінки надійності та готовності всієї системи в межах імовірності;

— дає компактні та точні діаграми системи в цілому.

#### Б.3.2 Недоліки:

— не забезпечує аналіз специфічної відмови, тобто не виявляє причинно-наслідкових чи наслідково-причинних шляхів;

— вимагає імовірнісної моделі показників кожного елемента діаграми;

— не дає опису невірних або неочікуваних результатів, якщо фахівець у галузі аналізу не вживе спеціальних заходів;

— спрямована, в основному, на аналіз виконання задач і не розрахована на аналіз стратегій комплексного ремонту та технічного обслуговування чи аналізу загальної готовності.

### Б.4 Прогнозування надійності за кількістю елементів

#### Б.4.1 Переваги:

— витрати часу та коштів на проведення аналізу незначні;

— метод вимагає невеликого обсягу інформації та даних і використовується на початкових стадіях розробки конструкції;

— на початкових стадіях розробки конструкції збирається основна інформація щодо надійності елементів;

— придатна для автоматизованих розрахунків;

— вимагає незначного навчання;

— використовується для аналізу вузлів будь-якої складності за наявності даних щодо надійності.

#### Б.4.2 Недоліки:

— функціональна структура (наприклад, резервування на низькому рівні) системи не може бути досліджена й, отже, аналізуватися можуть тільки прості конструкції;

— рівень прогнозування, як правило, невисокий, особливо для невеликих підсистем, що є наслідком сильного розкиду показників

опублікованих даних;

— не охоплюються ремонт і технічне обслуговування;

— неможлива оцінка характеру відмов, механізмів відмов та їх наслідків;



— неможливо врахувати події та відмови, що відбуваються у часовій послідовності.

## Б.5 Марковський аналіз

### Б.5.1 Переваги

- дає безпосередню стохастичну (імовірнісну) модель станів системи на основі її логічної схеми;
- дає імовірнісні рішення для підсистем інших моделей, таких як логічні діаграми та дерево відмов;
- використовується у ситуаціях і при наслідках, що характеризуються декількома станами до рівня елементів;
- може бути послідовностями подій у вигляді схеми чи порядку виникнення;
- використовується при розрахунку показників готовності системи;
- дає змогу аналізувати комплексний ремонт і залежності.

### Б.5.2 Недолік :

- може бути дуже складним для моделей з великою кількістю станів системи;
- не сприяє логічному рішенню проблеми;
- як правило, залежить від гіпотези про сталість показників переходу з одного стану в інший;
- може подавати тільки комбінаторні події шляхом створення нового стану для кожної комбінації.

## Б.6 Імовірнісно-фізичний метод аналізу надійності

### Б.6.1 Переваги:

- повніше використовує статистичну інформацію як про відмови, так і про фізичні процеси, що спричинюють вимови і несправності;
- дає змогу визначити практично весь спектр показників безвідмовності, довговічності, готовності та ремонтпридатності;
- оцінити необхідні показники надійності (повну характеристику - закон розподілу) компонентів (деталей машин, виробів радіо- та електронної техніки) на основі доступної інформації;
- прогнозувати показники надійності системи, яка має надмірність і ненадмірність, з відновлюваними або невідновлюваними компонентами;
- як наслідок використання повнішої статистичної та апіорної інформації, оцінки показників надійності, що прогножуються на основі імовірнісно-фізичного методу (дифузійних розподілів наробітку) є точнішими.

### Б.6.2 Недоліки:

- не дає опису невірних або неочікуваних наслідків, якщо фахівець у галузі аналізу не вживе спеціальних заходів;
- не враховує припрацювання.

**Ключові слова:** аналіз видів, аналіз навантажень та діянь, аналіз надійності, елемент системи, критерії відмови, механізм відмови, прогнозування надійності, програма забезпечення надійності, система