

ОГЛЯД ПІДХОДІВ ДО КЛАСИФІКАЦІЇ ВІДМОВ І ЧИННИКІВ ВПЛИВУ НА ФУНКЦІОНАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ БАГАТОРІВНЕВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Фролов Д.Є.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Інформаційні системи (ІС) відіграють ключову роль у забезпеченні автоматизації процесів та підтримки прийняття рішень у різноманітних економічних галузях [1].

Ефективність ІС прямо залежить від їх відмовостійкості, що характеризує здатність системи зберігати працездатність за умов дії несприятливих факторів [2].

До таких чинників належать як внутрішні (програмні помилки, порушення логіки взаємодії компонентів чи некоректні конфігурації), так і зовнішні (організаційні зміни, некоректні дії користувачів) впливи, що можуть викликати відмови ІС та призводити до їх неспроможності виконувати цільову функцію.

Метою доповіді є огляд підходів до класифікації відмов і чинників впливу на функціональну здатність багаторівневих ІС.

Сучасні наукові дослідження у сфері відмовостійкості ІС характеризується значною кількістю рішень для тих чи інших умов їх функціонування [3, 4].

В даній роботі пропонується використовувати класифікаційні підходи до аналізу відмов за ознаками їх передбачуваності, характером функціонального порушення, масштабом, швидкістю поширення відмови, місцем виникнення у архітектурі, життєвої циклічності, факту виявлення та реакції ІС, що деталізовано нижче.

1. Класифікація відмов ІС за характером функціонального порушення:

- нестабільні відмови, що проявляються у вигляді періодичних відхилень від нормальної роботи, зокрема, підвищення затримок, часткові збої транзакцій, тимчасові розриви з'єднання зв'язків між елементами інформаційної системи. Зазначені відмови характеризуються як деградаційні, оскільки ІС зберігає працездатність, але знижує показники досяжності цільової функції;

- блокуючі відмови, внаслідок яких виникають критичні стани ІС. Ці відмови притаманні ІС на рівні мережного ядра, підсистеми зберігання даних тощо.

2. Класифікація відмов ІС за масштабом розповсюдження:

- локальні відмови, що охоплюють окремі елементи та рівні представлення ІС. У таких випадках можливе використання резервних ресурсів (у межах бюджету ІС або інших систем у межах площини досяжності цільової функції);

- системні (катастрофічні) відмови, що характеризуються поширенням збоїв на декілька рівнів архітектури ІС.

3. Класифікація відмов ІС за передбачуваністю:

- детерміновані відмови, що виникають у монотонних ІС;
- стохастичні відмови, що не мають чіткої закономірності (динамічні ІС).

4. Класифікація відмов ІС за швидкістю поширення відмови:

- миттєві відмови, що відбуваються непрогнозовано й призводять до різкої втрати функціональності ІС;

- поступові (кумулятивні) відмови, що розвиваються протягом тривалого часу та призводять до деградації продуктивності ІС.

5. Класифікація відмов ІС за місцем виникнення у архітектурі:

- відмови, що спричинені збоями або деградацією апаратних компонентів ІС;

- логічні відмови, що виникають внаслідок дефектів програмного забезпечення та проявляються у вигляді аварійного завершення процесів, їх зависання або порушення синхронізації потоків;

- сервісні відмови, що полягають у припиненні коректного функціонування інтерфейсів взаємодії з іншими системами чи окремих функціональних модулів (мікросервісів), і, не спричиняючи повного зупинення ІС, призводять до деградації залежної функціональності.

6. Класифікація відмов ІС за фазою життєвого циклу:

- відмови при запуску ІС;
- відмови під час штатної експлуатації;
- відмови при оновленні.

7. Класифікація відмов ІС за їх виявленням та реакцією ІС:

- виявлені відмови, що фіксуються підсистемою моніторингу, та вирішуються згідно з регламентом або автоматично;

- масковані відмови, що не фіксуються підсистемою моніторингу, але нейтралізуються вбудованими механізмами відмовостійкості;

- невиявлені відмови, що не фіксуються підсистемою моніторингу, та не вирішуються вбудованими механізмами відмовостійкості (є складним типом відмов, оскільки спотворюють результати, отримані внаслідок виконання ІС цільової функції).

Перелічені класи відмов формуються під впливом чинників, що визначають функціональну здатність ІС. На основі їх аналізу пропонується наступна класифікація чинників.

1. Технологічні чинники:

- архітектурні обмеження та наявний ресурсний дефіцит, що ускладнюють відновлення ІС та призводять до накопичення прихованих відмов;

- програмні дефекти, що спрацьовують лише за специфічних умов виконання;

- наслідки процесів деградації платформи, на якій функціонує ІС, що поступово знижують ймовірність досягності цільової функції ІС;

- ресурсна конкуренція, що створює «дисбаланс» в інфраструктурі та спричиняє непередбачувані наслідки.

2. Антропогенні чинники (людський фактор):

- когнітивні помилки, що викликані, наприклад, некоректним введенням даних, помилкою конфігурації через неухважність, ігноруванням стандартних операційних процедур;

- недостатня кваліфікація та комунікаційні розриви;

- несанкціоновані дії в ІС.

3. Чинники кіберзагроз та зовнішніх деструктивних впливів:

- чинники кіберзагроз, що спрямовані на виснаження ресурсів ІС;

- чинники кіберзагроз, що спрямовані на компрометацію ІС;

- чинники кіберзагроз, що спрямовані на цілісність ІС.

4. Організаційно-процесні чинники, що пов'язані з відсутністю або недосконалістю загальних процесів управління, процесів управління змінами, моніторингу, планів відновлення ІС тощо.

5. Чинники системних залежностей та взаємодії компонентів:

- чинники внутрішньої залежності;

- чинники зовнішньої залежності.

За результатами проведеного аналізу запропоновано підходи до класифікації відмов і чинників, що зумовлюють втрату функціональної здатності ІС. Сформульовано засади існування структурованого комплексу класів відмов (функціональних, масштабних, часових, архітектурних, життєвого циклу та реакційних), формування яких детермінується впливом технологічних, антропогенних, кібернетичних, організаційно-процесних та системно-залежних чинників. Отримані результати становлять методологічну основу для подальшої розробки превентивних стратегій і регламентів технічної та організаційної підтримки, орієнтованих на мінімізацію ризиків деградації або критичної відмови ІС, а також можуть бути використані при формуванні адаптивних підходів до підвищення відмовостійкості на всіх етапах життєвого циклу ІС. Результати роботи можуть бути використані для виявлення закономірностей виникнення відмов і є підґрунтям для побудови комплексних механізмів їх попередження.

Список літератури

1. Калінін Є.І., Ткачов В.М., Лисиця Д.О., Рибальченко А.О. Оптимальний параметричний синтез стохастичних систем управління кінцевим положенням. Системи управління, навігації та зв'язку. 2022. Т. 2, № 68. С. 19–23.

2. Ткаченко О., Чепурна І. Метод забезпечення відмовостійкості мікросервісів у AWS. Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління: тези доп. XV міжнар. наук.-техн. конф. 2025. Т. 2. С. 44.

3. Додонов О. Г., Кузнецова М. Г., Горбачик О. С. Моделювання і оцінювання функціональної стійкості інформаційних систем. Ресстрація, зберігання і обробка даних. 2025. Т. 27, № 1. С. 76–88.

4. Chepurna I., Frolov D. A method for increasing the productivity of a distributed firewall based on Proxmox in corporate computer networks. Innovative technologies and scientific solutions for industries. 2025. No. 3(33). P. 180–188.