

## **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ ПЕРКОЛЯЦІЇ ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДИК ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ГЕТЕРОГЕННИХ МЕРЕЖ**

В останні роки, особливо з початком повномасштабної російської федерації проти України, різко зросли вимоги до надійності існуючих гетерогенних мереж (ГМ), як технологічної основи для забезпечення системи управління. Адже вихід з ладу лише одного елемента існуючої системи управління загрожує втраті системи управління в цілому. Тому побудова надійної ГМ на основі сучасних методик для забезпечення функціонування системи управління є актуальним та важливим завданням.

Оскільки гетерогенні мережі мають більше компонентів, ніж гомогенні мережі, їм потрібні спеціальні методи для забезпечення надійності та безпеки ГМ. Серед основних методик слід виділити наступні:

- метод використання резервування шляху. Цей метод включає створення резервного шляху, який може використовуватися у випадку відмови основного шляху. Резервний шлях може бути створений за допомогою різних методів, таких як використання альтернативних маршрутів або використання дублювання даних.

- метод мультиплексування. Цей метод використовується для розділення ресурсів між різними користувачами та для забезпечення відмовостійкості системи. Методи мультиплексування включають часову, частотну та просторове мультиплексування

- методи резервування пропускної здатності, які передбачають резервування певної кількості пропускної здатності для кожного компонента мережі.

- методи захисту від вторгнень, такі як фільтрація пакетів, віртуальні приватні мережі, фаєрволи та інші методи захисту. Фільтрація пакетів дозволяє блокувати певні типи пакетів, що містять шкідливі програми або віруси. Віртуальні приватні мережі дозволяють ізолювати різні частини мережі та забезпечити конфіденційність передачі даних. Фаєрволи дозволяють

контролювати доступ до ресурсів мережі та перевіряти пакети на наявність шкідливого вмісту.

- метод забезпечення надійності гетерогенних мереж за допомогою технології блокчейн. Це новий метод який дозволяє створювати децентралізовані мережі, де кожен компонент мережі має свій власний ідентифікатор та може перевіряти інформацію, що передається в мережі. Це забезпечує високу надійність та безпеку передачі даних, оскільки будь-яка спроба змінити дані в мережі буде виявлена та заблокована.

В цілому, для забезпечення надійності гетерогенних мереж використовуються різні методики, що включають в себе резервування шляхів, мультиплексування, резервування пропускної здатності, захист від вторгнень та використання технології блокчейн, але кожна методика також має і недоліки (дублювання обладнання, високі витрати на обладнання та інфраструктуру, складність (методики для забезпечення надійності гетерогенних мереж є складними та вимагають великої кількості ресурсів), недостатня масштабованість та інші).

В [1] наводяться рекомендації щодо побудови ГМ на основі порівняльної оцінки їх стійкості. Як результат автори пропонують для оцінки надійності ГМ розглядати передачу інформації у середині мережі як проходження пакетів даних, з одного сегменту ГМ в інший через інфраструктуру провайдерів (мережу Інтернет), за допомогою перколяційних алгоритмів (алгоритмів, побудованих на моделях теорії перколяції). Запропонована методика складається з трьох процедур:

- процедура розкриття структури альтернативних ГМ, одержуваних у результаті вибору того чи іншого оператора зв'язку (провайдера);

- отримання оцінок надійності альтернативних структур ГМ;

- порівняльна оцінка отриманих результатів та вибір структури ГМ.

В рамках процедури розкриття структури мережі запропонований порядок дій для вирішення завдання розкриття структури ГМ за допомогою стандартних інструментальних засобів операційних систем і складання єдиного графа ГМ, який має вузли що не підконтрольні власнику ГМ. Процедура отримання оцінок надійності передбачає комп'ютерне моделювання методом, в якому

передача інформаційних потоків через ГМ розглядається як протікання (просочування) однієї речовини через іншу. Знайдені функціональні залежності стійкості структури мережі до впливу зовнішніх (внутрішніх) факторів (перешкод) порівнюються у процедурі порівняльної оцінки методом інтегральної різниці або на основі експертної оцінки надійності елементів ГМ.

Для цього у методиці, що розроблена, заздалегідь задають параметри елементу ГМ та формують її топологічну схему. В якості параметрів елементу ГМ задають ідентифікатори вузлів мережі, наявність зв'язку між ними, параметри надійності вузла (такі, як тип його устаткування, версія встановленого програмного забезпечення, приналежність вузла державній або приватній установі та ін.).

Забезпечення надійності здійснюється під час проектування або під час роботи ГМ. Під час проектування забезпечення полягає в порівняльному аналізі різних варіантів ГМ будь-яким методом оцінки надійності. Під час роботи надійність забезпечується рівномірним (по можливості) розподілом навантаження на мережу за допомогою протоколів маршрутизації. Територіально розподілені мережі створюються з використанням потужностей (вузлів і каналів) різних провайдерів телекомунікаційних послуг. Таким чином, можна говорити про те, що ГМ не є повністю контрольованою власником системи, а існуючі методи забезпечення надійності недостатньо адаптовані до цих непідконтрольних елементів мережі. Крім того, самі мережі провайдерів є елементами всесвітньої мережі Інтернет. В [2] наведені відповідні методичні рекомендації щодо використання програмного забезпечення та програмних утиліт для визначення топології ГМ, для подальшого знаходження альтернативних варіантів підключення до інших елементів мережі.

Наявність високонадійних, які не належать власнику мережі і отже, невідомих елементів і зв'язків між ними суттєво обмежує застосування методів оцінки надійності систем (рис. 1.). Головна складність полягає в постійних змінах параметрів роботи вузлів системи та їх характеристик. Окремою проблемою є те, що елементи, які досліджуються, є високонадійними в штатних режимах роботи. Це істотно ускладнює збір статистики по відмовах. Розміри елементів ГМ чималі для алгоритмів на графах і,

в той же час, не досить великі для відповідності безмасштабним мережам або іншим моделям випадкових графів. Це призводить до того, що фактично надійність забезпечується надмірним резервуванням ресурсів і алгоритмами маршрутизації.

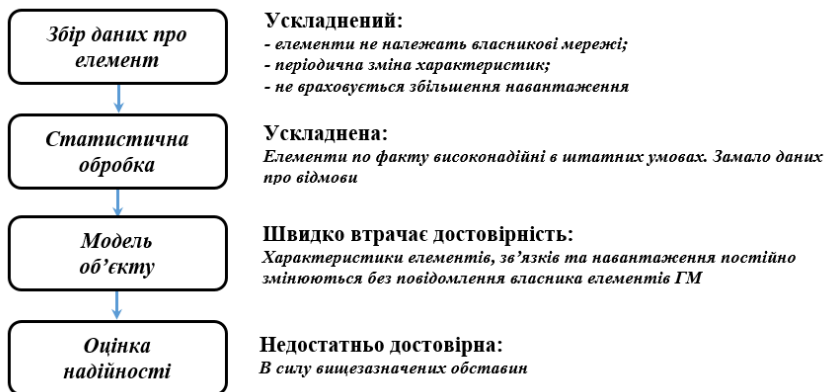


Рис.1. Етапи оцінки надійності систем.

Таким чином використання теорії перколяції дозволяє враховувати вузли що входять до складу локальних сегментів ГМ, які не керовані власниками ГМ і функціонують в умовах впливу перешкод. Теорія перколяції була адаптована до використання в ГМ шляхом визначення меж - вузлів територіально розподілених локальних сегментів ГМ, за допомогою яких здійснюється підключення до ГМ.

## ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Мельник Я.В., Бобильов В.Є., Тимошенко Р.Р. Рекомендації щодо побудови інформаційно-телекомунікаційних мереж на основі порівняльної оцінки їх стійкості. (*Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*) – 2019. № 2(35). – С. 29–34.

2. Мельник Я.В., Бобильов В.Є. Методичні рекомендації щодо використання існуючих програмного забезпечення та програмних утиліт для визначення топології гетерогенних мереж для знаходження альтернативних варіантів підключення (*Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*) – 2019. № 3(36). – С. 19–24.