

УДК 681.3.06

В.П. Зверев¹, С.Є. Гнатюк²¹ Державна служба спеціального зв'язку та захисту інформації України, Київ² Державний науково-дослідний інститут спеціального зв'язку та захисту інформації, Київ

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ СПЕЦІАЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Пропонується методика оцінки показників надійності системи спеціального зв'язку з врахуванням надійності їх програмного забезпечення. Ефект від використання методики полягає в підвищенні точності прогнозу показників надійності системи у міру накопичення статистичних даних. Методика також може застосовуватися при дослідженні, оцінці та прогнозуванні надійності спеціальних комп'ютерних систем і перспективних програмно-керованих засобів зв'язку.

Ключові слова: надійність системи, надійність програмного забезпечення, підвищення точності, прогнозування, спеціальні комп'ютерні системи, програмно-керовані засоби зв'язку.

Вступ

Тенденція розвитку сучасних систем зв'язку полягає у переході від аналогових до цифрових засобів зв'язку, надійність яких визначається не тільки апаратними, а й програмними засобами. **Аналіз літератури** показав, що існуючі методики оцінки показників надійності систем зв'язку орієнтовані на визначення імовірності правильного функціонування усіх апаратних засобів системи без урахування можливості наявності помилок у їхньому програмному забезпеченні [1 – 16]. **Мета статті** – розробка методики оцінки показників надійності системи спеціального зв'язку з врахуванням надійності їх програмного забезпечення, котра повинна дозволити кількісно оцінити імовірність організації обміну інформацією між абонентами з врахуванням надійності програмних засобів систем спеціального зв'язку і обрати раціональні напрямки проходження повідомлень.

Результати досліджень

Розглянемо систему спеціального зв'язку (ССЗ) як сукупність взаємопов'язаних і узгоджених за завданнями, місцем і часом дій вузлів та ліній зв'язку різного призначення, що розгортаються та використовуються з метою розв'язання завдань обміну інформацією між абонентами [1].

Синтез і аналіз ієрархічних неоднорідних структур, типових для ССЗ, є складною задачею, рішення якої залежить від призначення системи і вимог, що висуваються до неї. Структура ССЗ, що склалася до теперішнього часу, і структура управління цією системою формувалася відповідно до сучасних потреб і є багаторівневою (ієрархічною) за наявності на кожному рівні однорідних і неоднорідних елементів, особливості яких виділені на рис. 1.

Вимоги до ССЗ формуються виходячи з показників: бойова готовність, мобільність, стійкість,

пропускна спроможність, безвідмовність. У свою чергу, стійкість ССЗ визначається живучістю, надійністю, завадостійкістю (рис. 2) [1].

Під надійністю засобів зв'язку розуміють властивість об'єкту зберігати у часі в установлених межах значення усіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах застосування, технічного обслуговування (ТО), зберігання та транспортування [2].

Аналіз складу ССЗ та взаємодії її елементів показує, що властивість надійності, яка полягає у спроможності забезпечити зв'язок зі збереженням у часі встановлених нормативно-технічною документацією значень експлуатаційних показників, підтримується підсистемою технічного забезпечення зв'язку з виконанням усіх видів ремонту, ТО та забезпечення експлуатаційно-витратними матеріалами.

Кількісно надійність складних технічних систем, до яких відноситься і ССЗ, оцінюється показниками, які наведені у [2]. Найбільш повну та всебічну оцінку надійності надають комплексні показники, головним з яких є коефіцієнт готовності (А), під яким розуміється імовірність того, що об'єкт буде знаходитися у працездатному стані в будь-який момент часу, крім запланованих періодів, на протязі яких використання об'єкту за призначенням не передбачається [2]. Сучасні ССЗ відрізняються наявністю програмно-керованих засобів зв'язку (ПКЗЗ) і комп'ютерного обладнання аналогово-цифрових ССЗ (сервери, кінцеві засоби та інше), тобто відносяться до комп'ютерних систем (КС).

Комп'ютерна система – це інформаційно-технічний комплекс, до складу якого входять апаратні засоби (АЗ) із програмним забезпеченням (ПЗ), призначена для обробки, зберігання та вводу-виводу інформації. Програмно-керовані засоби зв'язку використовують стандартні АЗ для виконання функцій під управлінням ПЗ [3].

Особливості ПКЗЗ з позиції надійності: наявність модульної конструкції, сукупність відновлюваних і не відновлювальних об'єктів; наявність взаємозамінних елементів; добра ремонтпридатність; використання різноманітних видів надлишковості; реалізація за допомогою ПЗ самодіагностування АЗ.

Програмний засіб – об'єкт, який складається із програм, процедур, правил, а також, якщо передбачено, додаткової документації і даних, які відносяться до функціонування системи обробки інформації. Надійність ПЗ – сукупність властивостей, що характеризують здатність ПЗ зберігати заданий рівень придатності при заданих умовах та протягом заданого інтервалу часу [4].

Показники надійності ПЗ характеризують здатність у конкретних сферах застосування виконувати задані функції відповідно до програмних документів в умовах виникнення відхилень у середовищі функціонування, що викликані збоями технічних засобів, помилками у вхідних даних, помилками обслуговування та іншими дестабілізаційними чинниками [5]. Оцінки показників надійності використовують за кількісного аналізу надійності та контролем показників надійності за допомогою довірчих границь. Для визначення показників надійності використовують методи [6]:

непараметричний – за невідомого виду закону розподілу випадкової величини (напрацювання до відмови), який містить у собі безпосередню оцінку показників надійності за вибірковими даними;

параметричний – за відомого виду закону розподілу випадкової величини, який містить у собі оцінку параметрів закону розподілу, що входить у розрахункову формулу показника надійності, який визначається, та оцінку показника надійності за розрахунковими оцінками параметрів закону розподілу.

Таким чином, ССЗ являє собою сукупність АЗ та ПЗ, тому при оцінці і прогнозуванні її надійності необхідно комплексно враховувати вплив усіх складових на значення показників надійності.

Передумови створення методики:

використання в якості кінцевих засобів ПЕОМ з периферійним обладнанням;

впровадження програмно-керованих засобів зв'язку;

перетворення ССЗ в підсистему комп'ютерної системи;

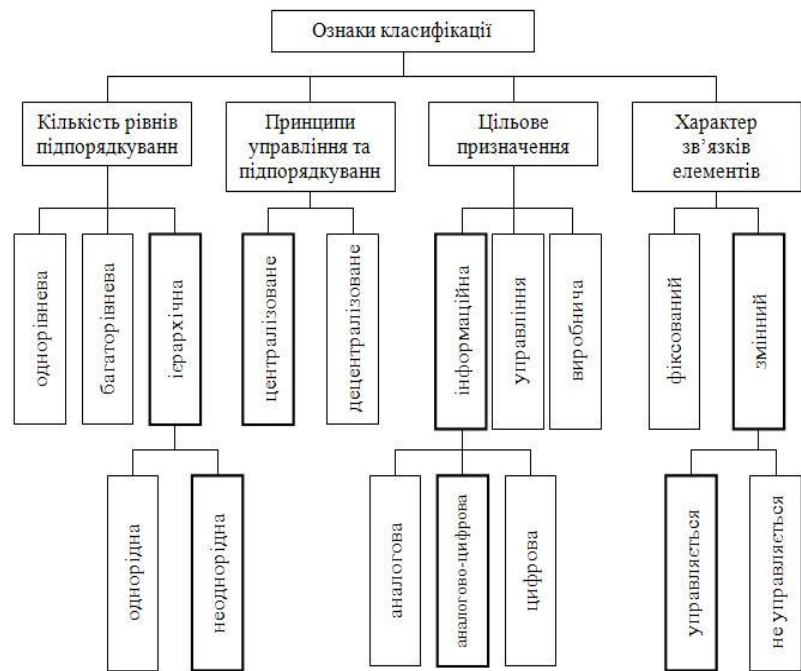


Рис. 1. Ознаки класифікації систем спеціального зв'язку



Рис. 2. Показники якості системи спеціального зв'язку

наявність елементів КС дозволяє обґрунтовано вибирати у кожному конкретному випадку пріоритетний напрямок зв'язку;

оцінка надійності ПЗ в умовах реальної експлуатації КС, а не тестових випробувань;

необхідність обліку впливу надійності ПЗ, особливо в період дослідної експлуатації обладнання комп'ютерних систем;

для ССЗ характерна наявність не паралельно-послідовного з'єднання елементів, що ускладнює розрахунки показників надійності (коефіцієнт готовності);

коефіцієнт готовності оцінює імовірність справності усіх засобів ССЗ, а користувачу необхідно оцінити імовірність організації зв'язку, хоча б за одним напрямком;

необхідно враховувати особливості обліку накопичення та обробки статистичних даних про надійність не тільки окремих елементів, але й системи в цілому.

Методика призначена для кількісної оцінки і прогнозування за результатами даних підконтрольної експлуатації числа помилок в ПЗ, напрацювання на відмову ПЗ, і ССЗ в цілому, ймовірності безвідмовної роботи ПЗ, АЗ і спеціальної КС в цілому за заданий період часу. Сутність методики полягає в отриманні кількісної оцінки показників надійності спеціальних КС при заданих обмеженнях і припущеннях на базі використання експоненціальної моделі надійності ПЗ із марківським процесом виявлення помилок і нових функціональних залежностей досліджуваних показників від часу.

Показники надійності АЗ оцінюються по відомим методикам [7 – 9], а ПЗ – за результатами моделювання згідно рекомендацій [10, 11].

Після розрахунку значень показників надійності ПЗ і ПКЗЗ оцінюється надійність ССЗ в цілому. Разом з тим, показників надійності (А, Т), які традиційно використовуються для об'єктивної оцінки якості функціонування ССЗ, недостатньо, що веде до втілення інтегральних показників – коефіцієнта збереження ефективності мережі у цілому, вагових коефіцієнтів важкості видів відмов, вплив відмов на пропускну спроможність мережі, ймовірність зв'язності елементів ССЗ [12 – 15] (рис. 2).

Так як надійність – один з головних факторів, які впливають на якість управління, то цікавість до завдання її забезпечення у ССЗ пояснюється такими причинами [12, 14]:

підвищенням вимог до надійності зв'язку з боку користувачів;

посиленням конкуренції між операторами зв'язку;

розвитком та впровадженням нових технологій та послуг;

поступовим переходом до цифрових засобів зв'язку та обробки інформації;

збільшенням можливих економічних втрат від перерв зв'язку.

Питання аналізу надійності складно розгалужених систем завжди були в центрі уваги проектування перспективних ССЗ і модернізації існуючих. Мережі зв'язку відносяться до складу сильно розгалужених систем, які складаються з елементів (вузлів, центрів і ліній зв'язку), що утворюють цілком визначені структури. Тому умовно в задачі аналізу надійності ССЗ виділяють аспекти об'єктової і структурної надійності [13 – 15].

Елементна (об'єктова) надійність це властивість, об'єктивно притаманна елементу ССЗ, зберігати його працездатність з якістю не гірше заданої на деякому інтервалі часу. Ця властивість обумовлюється багатьма факторами, у тому числі і стійкістю елементної бази до дестабілізуючого впливу зовнішнього середовища. Під структурною надійністю ССЗ розуміється об'єктивна властивість забезпечувати зв'язаність користувачів мережі з якістю не гірше заданої. Основним показником оцінки цієї

якості є ймовірність зв'язності двох- і багатополосних ССЗ, які відповідно до організації зв'язку можна виділити на ССЗ загального користування [13 – 15].

Традиційно як основний показник надійності ССЗ використовується коефіцієнт готовності (A_c), який являє собою ймовірність технічної справності усіх елементів системи і готовності усіх напрямків зв'язку до функціонування у повному обсязі. Однак, для ССЗ більш об'єктивною характеристикою є ймовірність технічної готовності системи до передачі інформації між абонентами (вузлами зв'язку) хоча б по одному напрямку зв'язку (P_c), що у літературі з теорії надійності [13 – 16] позначається як ймовірність зв'язності чи ймовірність справного стану хоча б одного, з можливих, напрямку зв'язку. Очевидно, що $A_c \leq P_c$, причому рівність має місце, якщо кожен елемент ССЗ використовується тільки в одному напрямку і тільки один раз без участі в роботі інших напрямків зв'язку. Цей випадок відповідає нерозгалуженій ССЗ із незалежними напрямками зв'язку.

Надійність ССЗ може бути охарактеризована низкою показників, наприклад: наявністю в заданих дво полюсних мережах напрямків зв'язку, математичним очікуванням числа цих шляхів, відношенням числа справних ділянок до їх загального числа, потужністю мінімального перерізу множини, під якою розуміється мінімальна сукупність елементів, відмова яких порушує зв'язаність та інше. Основу цих показників складає лише один факт – здійснення події зв'язності або незв'язності абонентів. Тому доцільно вибрати як критерій оцінки структурної надійності ССЗ такий показник, що найбільше відображав би, з одного боку цільове призначення мережі, а з іншого – дозволяв би здійснювати перехід до оцінки якості функціонування вищих ланок ієрархії деякої складної системи, у контур керування якої ССЗ входить як складова. З врахуванням зазначених зауважень вибираємо як критерій оцінки структурної надійності ССЗ ймовірність зв'язності (рис. 2).

Реально ССЗ являє собою сильно зв'язану і розгалужену систему, що складається з вузлів і ліній зв'язку з можливістю організації передачі інформації між абонентами по великій, але обмеженій кількості напрямків. Тому, для кількісної оцінки значень показників її надійності необхідно формалізувати та автоматизувати процес рішення цієї задачі з використанням сучасних ЕОМ.

Алгоритм розрахунку заснований на математичному апараті теорії надійності складних технічних систем з резервуванням [7 – 9, 12 – 16], де ССЗ представлена у вигляді графічної моделі з надійності, елементами якої є засоби або вузли зв'язку, а зв'язки між ними вважаються абсолютно надійними (в іншому випадку вони перетворюються в самостійні елементи).

Коефіцієнт готовності j -го напрямку зв'язку (A_j) для послідовного з'єднаних елементів обчислюється як добуток [7 – 9, 12 – 16]:

$$A_j = \prod_{i=1}^{n_j} A_{ij}, \quad (1)$$

де A_{ij} – коефіцієнт готовності з врахуванням надійності ПЗ i -го елемента j -го напрямку зв'язку, n_j – число елементів напрямку зв'язку j .

У випадку резервування напрямків зв'язку (паралельного з'єднання елементів), коефіцієнт готовності ССЗ A_C обчислюється через коефіцієнт неготовності (простою) [7 – 9, 12 – 16]:

$$A_C = 1 - \prod_{j=1}^S (1 - A_j), \quad (2)$$

де S – число напрямків зв'язку в ССЗ.

Використання цих виразів дозволяє розраховувати значення A_C для ССЗ, які складаються з послідовно-паралельного з'єднання елементів.

У системах із сильними взаємозв'язками елементів використовується методика розрахунку значення A_C , що надана в [7 – 9, 12 – 16].

Для розрахунку надійності ССЗ, які мають логічні схеми, що відрізняються від послідовно-паралельного з'єднання елементів, варто застосовувати формулу повної імовірності. Аналіз показує, що використання методик [12 – 16] для реальних ССЗ у силу їхньої великої розмірності утруднено навіть у випадку застосування для розрахунків ЕОМ. Задача зводиться до визначення імовірності справного стану хоча б одного шляху з безлічі можливих в мережі [14, 16]. У таких випадках надійність системи оцінюється за значенням імовірності зв'язності P_C . Можливість подібного вирішення задачі доведена в [9, 12-17] для структур, відмінних від паралельно-послідовного з'єднання елементів.

У загальному випадку для будь-якої структури ССЗ значення P_C обчислюється в такому порядку:

- перетворення схеми ССЗ в модель з надійності;
- визначення числа можливих напрямків зв'язку S ;
- обчислення коефіцієнту готовності всіх напрямків зв'язку;

обчислення значення P_C вирахуванням з одиниці результату перемножування значень коефіцієнтів неготовності усіх можливих напрямків зв'язку, що аналогічно виразу (2) для S паралельних напрямків зв'язку:

$$P_C = 1 - \prod_{j=1}^S (1 - A_j). \quad (3)$$

Аналіз літератури щодо оцінки показників надійності ССЗ [12 – 16, 18 – 23] показує, що найбільш об'єктивна оцінка якості повинна враховувати крім імовірності зв'язності також значення «ерлангових» втрат (p), зв'язаних із зайнятістю каналів за час (t) виконання задачі, що відводиться на передачу повідомлення. Тоді комплексний показник надійності напрямку зв'язку (W_{ij}) приймає вигляд [14]:

$$W_j = 1 - \prod_{j=1}^S \left(1 - A_j (1 - p_j) \exp\left(\frac{-t}{T_j}\right) \right), \quad (4)$$

де T_j – напрацювання на відмову апаратури, що утворює шлях j .

Очевидно, що W_j/P_C , тому що P_C кількісно оцінює потенційну (граничну) структурну надійність, реалізовану первинною мережею зв'язку, однак вторинна мережа зв'язку використовує, як правило, не всі можливі шляхи в мережі, а лише їхню обмежену частину. Так, у комутаторах з керуванням по записаній програмі ці шляхи призначаються заздалегідь, а їхнє число обмежене ємністю пам'яті керуючого пристрою. Крім того, облік імовірності втрати виклику погіршує показники надійності мережі зв'язку навіть на пучках каналів великої ємності [18]. Звідси випливає, що при комутації каналів доцільно використовувати як критерій вибору каналу імовірність кращого вибору шляху в ССЗ у вигляді показника [14]

$$V_j = W_j/r_j; \quad j = \overline{1, S}; \quad (5)$$

де r_j – кількість проміжних вузлів зв'язку (ранг шляху); W_j – комплексний показник надійності напрямку j згідно (4).

Канали зв'язку в напрямку вибираються в порядку зменшення значення цього показника: перевага завжди віддається більш надійним, найменш завантаженим і з мінімальним числом переприємів (проміжних вузлів зв'язку). Використання показника (5) може підвищити ефективність управління топологією ССЗ [19].

З врахуванням попередніх зауважень стає можливим формалізація процесу оцінки надійності ССЗ з автоматичною комутацією каналів, обчисленням значення ймовірностей технічної готовності системи до передачі інформації між абонентами (вузлами зв'язку) хоча б на одному напрямку зв'язку в наступній послідовності (рис. 3) [14]:

введення вихідних даних (число n_j і типи елементів ССЗ, значення напрацювання на відмову T_j і середнього часу відновлення T_{Bj} усіх елементів ССЗ, припустиме значення P_{c6});

перетворення схеми ССЗ у модель з надійності з визначенням вузлів комутації каналів і виділенням комутаторів в окремі елементи;

розрахунок коефіцієнтів готовності A_{ij} всіх елементів ССЗ;

визначення числа S й елементів усіх можливих напрямків зв'язку між заданими абонентами (вузлами зв'язку);

обчислення коефіцієнтів готовності A_j всіх можливих напрямків зв'язку ($j = \overline{1, S}$);

розрахунок значення імовірності зв'язності системи P_C і порівняння з припустимим P_{c6} ;

при задоволенні заданим вимогам робота завершується виведенням отриманих результатів, у протилежному випадку змінюється структура ССЗ, склад її елементів по кількості і номенклатурі до досягнення необхідного результату.

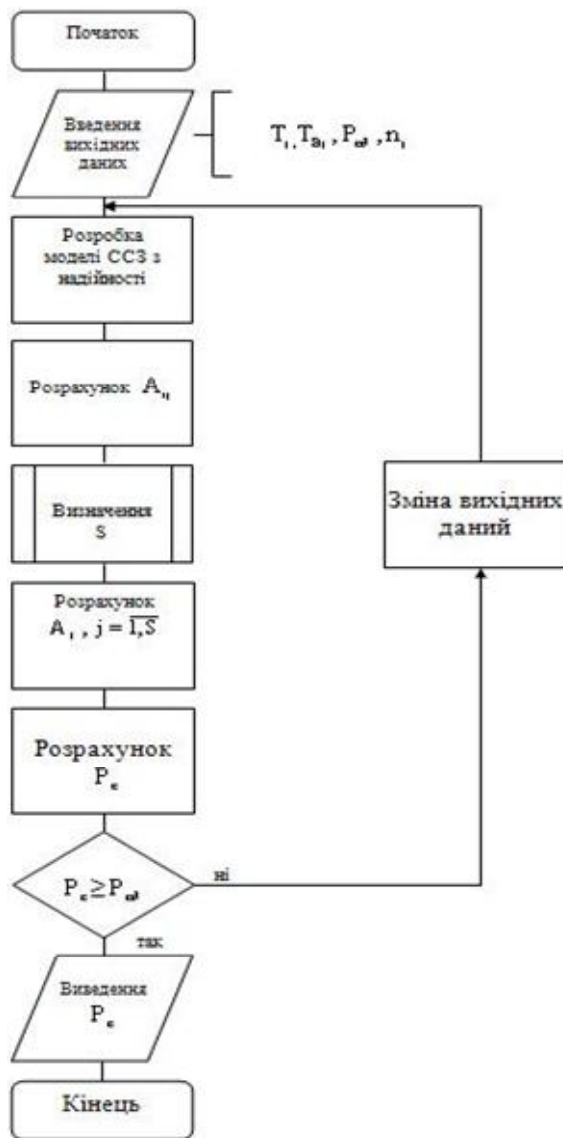


Рис. 3. Блок-схема розрахунку значення імовірності зв'язності системи спеціального зв'язку

При визначенні значення S звертається увага на проходження інформації з кожного напрямку: одне чи двостороннє (прийом, передача, або прийом і передача одночасно). У цьому випадку можна використовувати математичний апарат теорії графів [14, 19] для побудови дерева шляхів по мережі. Це досить складана задача, яку виконують за окремим алгоритмом. При наявності додаткових зведень про ССЗ (t, T_j, p_j) можлива кількісна оцінка комплексного показника надійності (4). Приклади використання алгоритмів для розрахунку показників надійності фрагментів ССЗ надані у [14]. Вимоги до значення імовірності зв'язності напрямків зв'язку визначені у [20, 21]. Наприклад, на рис. 4 надані необхідні значення P_c напрямку зв'язку через 30 хвилин після першого масованого удару, де позначено:

- СЛУ – оперативно-стратегічна ланка управління;
- ОЛУ – оперативна ланка управління;
- ТЛУ – тактична ланка управління;
- Г – група важливості напрямку зв'язку;

1 – напрямки між пунктами управління одного штабу, до підпорядкованих об'єднань (з'єднань), а також до з'єднань та частини на головному напрямку дій військ;

2 – напрямок до сусідів та об'єднань, з якими є взаємодія, до резервів, тилових пунктів управління, бригад та баз;

3 – напрямок до усіх інших з'єднань та частин.

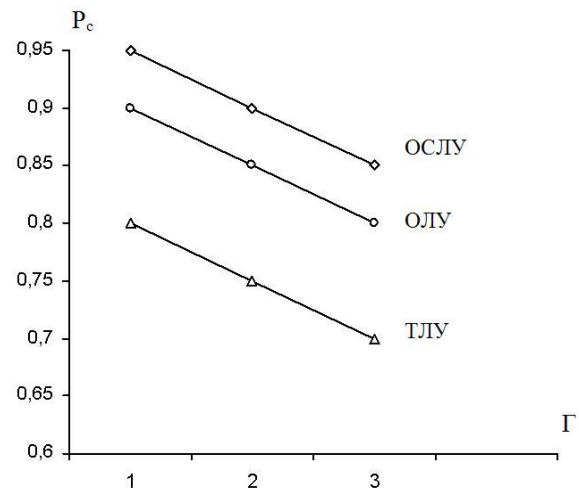


Рис. 4. Необхідні значення імовірності зв'язності між елементами системи спеціального зв'язку

Вимоги до значень T, T_v засобів зв'язку задані у керівному технічному матеріалі з надійності [22] та ремонтпридатності [23]. При цьому у зв'язку з впровадженням до складу ССЗ програмно-керованих засобів зв'язку необхідно враховувати надійність їх ПЗ [10, 11].

Для розгалужених ССЗ, де кількість елементів (засобів або вузлів зв'язку) складає десятки або сотні, найбільш складною операцією є визначення кількості і проходження напрямків зв'язку, тому необхідна формалізація рішення цієї задачі.

Розглянемо порядок застосування методики на конкретному прикладі. Фрагмент схеми організації спеціального зв'язку приведений на рис. 5, а показники надійності її елементів за результатами обробки статистичних даних про відмови за 2011 – 2014 роки зведені в табл. 1. Модель для кількісної оцінки значень показників надійності представлена на рис. 6.

Кількість можливих варіантів обміну інформацією між абонентами автоматизованих робочих місць (АРМ) дорівнює $S = 13$.

Далі за блок-схемою алгоритму рис. 3 виконується розрахунок значень коефіцієнтів готовності елементів моделі рис. 6:

$$\begin{aligned}
 A_I &= 1 - \left(1 - \left(1 - \left(1 - A_1\right)\left(1 - A_2\right)\right)A_4\right)\left(1 - A_3\right) = \\
 &= 0,999998; \\
 A_{II} &= A_5A_6 = 0,994; \\
 A_{III} &= A_5A_6A_9 = 0,992; \\
 A_{IV} &= A_7^2A_8 = 0,993; \\
 A_V &= A_{10}^2A_{11}A_{12}^2A_5A_{13}^2A_{14}^2A_{15}^2 = 0,964.
 \end{aligned}$$

Таблиця 1

Показники надійності елементів системи зв'язку

№	Засоби зв'язку	T, год	T _в , год	A
1	Монітор Acer LCD	1200	2	0,958
2	Принтер Xerox 3117	700	6	0,991
3	Телефон П-171	800	1	0,998
4	ПЕОМ	2500	3	0,999
5	Бастіон	2300	3	0,998
6	КЗІ	800	3	0,996

7	SDH	1200	2	0,998
8	E1	2500	6	0,997
9	IPFone	2200	3	0,998
10	Телефон СТА-2	800	1	0,998
11	П-209	600	2	0,996
12	М-461	1400	2	0,998
13	БКК (АТВ)	2100	3	0,998
14	П-303	800	2	0,997
15	Р-409	700	4	0,994

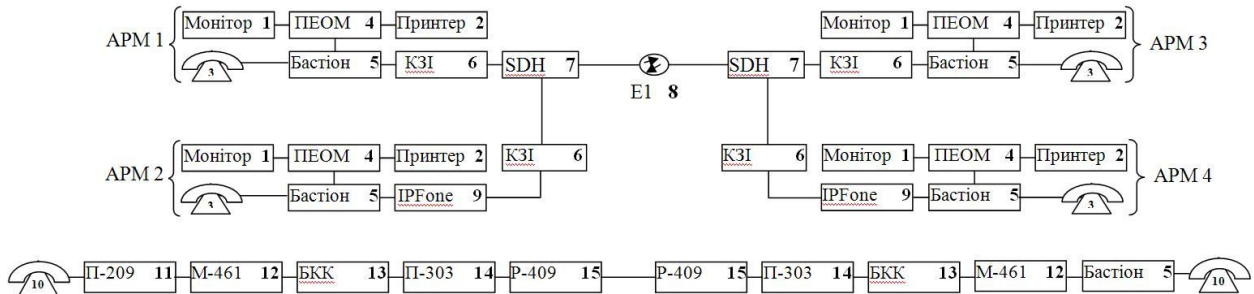


Рис. 5. Схема організації спеціального зв'язку (фрагмент)

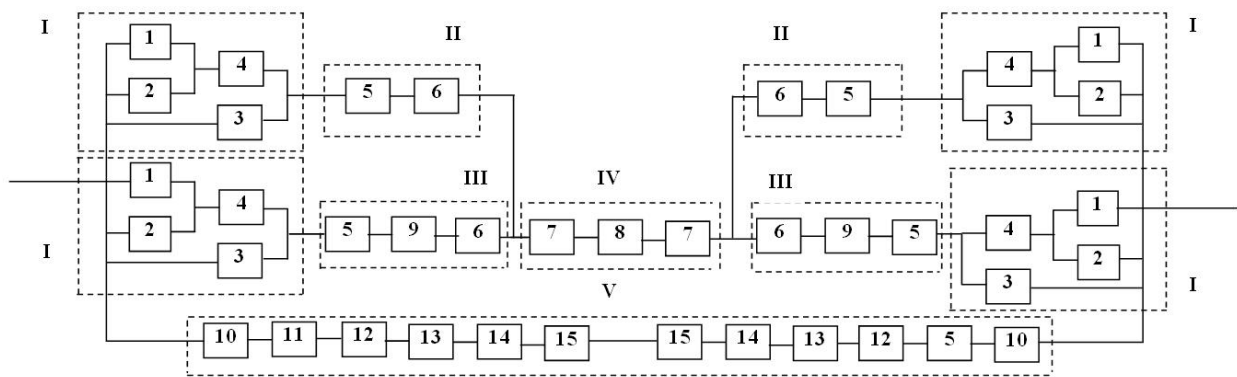


Рис. 6. Модель для кількісної оцінки значень показників надійності

Тоді коефіцієнт готовності ССЗ дорівнює

$$A_c = 1 - \left(1 - \left(1 - (1 - A_I A_{II}) (1 - A_I A_{III}) \right)^2 A_{IV} \right) \times (1 - A_V) = 0,964.$$

Імовірність зв'язності абонентів ССЗ

$$P_c = 1 - \left(1 - A_1^2 A_4^2 A_5^2 A_6^2 A_7^2 A_8 \right) \times \left(1 - A_1^2 A_4^2 A_5^2 A_6^2 A_7^2 A_8 A_9 \right)^2 \times \left(1 - A_1 A_2 A_4 A_5 A_6 A_7 A_8 \right) \times \left(1 - A_1 A_2 A_4 A_5 A_6 A_7 A_8 A_9 \right)^2 \times \left(1 - A_1^2 A_4^2 A_5^2 A_6^2 A_7^2 A_8 A_9 \right) \times \left(1 - A_1 A_2 A_4 A_5 A_6 A_7 A_8 A_9 \right)^2 \times \left(1 - A_3 A_5 A_6 A_7 A_8 \right) \left(1 - A_3 A_5 A_6 A_7 A_8 A_9 \right)^2 \times \left(1 - A_3 A_5 A_6 A_7 A_8 A_9 \right) \left(1 - A_5 A_{10} A_{11} A_{12} A_{13} A_{14} A_{15} \right) = 0,999999.$$

Отже, імовірність зв'язності абонентів, як найбільш об'єктивна оцінка надійності ССЗ, на

$$\eta = (P_c - A_c) / P_c \cdot 100\% = 3,6\%$$

більше імовірності того, що усі елементи системи будуть справні.

Висновки

Наукова новизна і відмінність від відомих методик полягає у наступному:

1. Моделювання надійності програмних засобів враховує вплив їх якості на надійність системи в цілому [10, 11].

2. Методика відрізняється від відомих [7 – 16] відсутністю потреби попередньої оцінки числа помилок в ПЗ, достатньої для практики точністю результатів, автоматизацією процесу прогнозування і оцінки показників якості комп'ютерних систем і програмно-керованих засобів зв'язку.

3. Формалізовано процеси розрахунку за допомогою ЕОМ значень імовірності зв'язності ССЗ (рис. 3), комплексного показника надійності напрямку зв'язку, кількості можливих напрямків зв'язку.

4. Запропоновано алгоритми реалізації розрахунків в залежності від наявності і повноти даних, які відрізняються від відомих:

кількісною оцінкою показників надійності не окремих напрямків, а ССЗ в цілому;

використанням об'єктивної оцінки технічної надійності системи у вигляді ймовірностей зв'язності;

введенням імовірності кращого вибору шляху проходження повідомлень у ССЗ;

врахуванням надійності програмного забезпечення програмно-керованих засобів зв'язку.

5. Використання отриманих результатів дозволяє повністю автоматизувати за допомогою ЕОМ процес кількісної оцінки значень показників надійності сучасних ССЗ великої розмірності.

Ефект від використання методики полягає в підвищенні точності прогнозу показників надійності системи по мірі накопичення статистичних даних.

Методика також може застосовуватися при дослідженні, оцінці та прогнозуванні надійності спеціальних комп'ютерних систем і перспективних програмно керованих засобів зв'язку.

Список літератури

1. Зв'язок військовий. Терміни та визначення: ДСТУ В 3265 – 95. – К.: УкрНДІССІ, 1995. – 23 с. – (Національний стандарт України).
2. Надійність техніки. Терміни та визначення: ДСТУ 2860-94 – К.: Держспоживстандарт України, 1996. – 76 с. – (Національний стандарт України).
3. Принципи побудови та перспективи розвитку програмно-керованих радіостанцій / С.Є. Гнатюк, С.П. Лівенцев, В.П. Павлов, Л.М. Сакович // Зв'язок. – 2013. – №1. – С.11-15.
4. Качество программных средств. Термины и определения: ГОСТ 28806 – 90. – М.: Технорматив, 1992. – 32 с.
5. Оценка качества программных средств. Общие положения: ГОСТ 28195 – 89. – М.: Технорматив, 1992. – 39 с.
6. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними: ДСТУ 3004 – 95. – К.: УкрНДІССІ, 1995. – 23 с. – (Національний стандарт України).
7. Глазунов Л.П. Основы теории надежности автоматических систем управления. / Л.П. Глазунов, В.П. Грабовецкий, О.В. Щербаков. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 208 с.
8. Острейковский В.А. Теория надежности. / В.А. Острейковский – М.: Высш. шк., 2003. – 463 с.
9. Половко А.М. Основы теории надежности / А.М. Половко, С.В.Гуров. – [2-е изд.]. – СПб.: БХВ – Петербург, 2006. – 704 с.
10. Сакович Л.М. Моделирование надійності програмного забезпечення комп'ютерних систем / Л.М. Сакович, Я.Е. Небесна // Зв'язок. – 2013. – № 1. – С. 51-54.
11. Гнатюк С.Є. Аналітична модель надійності програмних засобів комп'ютерних систем і програмно-

керованих засобів зв'язку / С.Є. Гнатюк, Л.М. Сакович // Зв'язок. – 2013. – № 3. – С. 45-49.

12. Нетес В.А. Надежность сетей связи: тенденции последнего десятилетия / В.А. Нетес // Электросвязь. – 1998. – № 1. – С. 25–27.

13. Хиленко В.В. Проблемы разработки и підвищення якості мережі спільноканальної сигналізації: структурна надійність мережі / В.В. Хиленко, В.М. Аношков // Зв'язок. – 2002. – № 6. – С. 21–25.

14. Рижаків В.А. Кількісне оцінювання структурної надійності систем зв'язку / В.А. Рижаків, Л.М. Сакович // Зв'язок. – 2004. – № 4. – С. 53–57.

15. Харьбин А.В. О подходе к решению задачи выбора методологии оценки структурной надежности и живучести информационных систем критического применения / А.В. Харьбин, О.Н. Одарущенко // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2006. – № 69/18. – С. 61–71.

16. Маслов А.Я. Эксплуатация автоматизированных систем управления / А.Я. Маслов, Б.С. Абраменко, Л.И. Немудрук – М.: Воениздат, 1984. – 485 с.

17. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель – М.: Высш. шк., 2002. – 575 с.

18. Щербина Л.П. Надёжность и живучесть коммутируемых систем связи. / Л.П. Щербина, О.Г. Хилько. – Л.: ВАС, 1977. – 46 с.

19. Миночкин А.И. Управление топологией мобильной радиосети / А.И. Миночкин, В.А. Романюк // Зв'язок. – 2003. – № 2. – С. 28 – 33.

20. Терентьев В.М. Основы теории управляемых телекоммуникационных сетей. / В.М. Терентьев, В.М. Щекотихин – Академия ФАПСИ, Орел, 2001. – 117 с.

21. Система общих технологических требований к видам вооружения и военной техники. ОТТ 2.1.200 – 82. – М.: Воениздат, 1984. – 160 с.

22. Требования по надежности к вновь разрабатываемой и модернизируемой военной технике связи и автоматизированных систем управления. РТМ. – М.: Воениздат, 1989. – 48 с.

23. Требования к ремонтпригодности вновь разрабатываемых и модернизируемых средств связи. РТМ. – М.: Воениздат, 1982. – 51 с.

Надійшла до редколегії 24.04.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.В. Козловський, Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України “КПІ”, Київ/

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ СВЯЗИ

В.П. Зверев, С.Е. Гнатюк

Предложена методика оценки показателей надежности системы специальной связи с учетом надежности их программного обеспечения. Эффект от использования данной методики состоит в повышении точности прогноза показателей надежности системы по мере накопления статистических данных. Методика также может применяться при исследовании, оценке та прогнозировании надежности специальных компьютерных систем и перспективных программно-управляемых средств связи.

Ключевые слова: надежность системы, надежность программного обеспечения, повышение точности прогнозирования, специальные компьютерные системы, программно-управляемые средства связи.

METHOD OF EVALUATION INDICATORS RELIABILITY OF SPECIAL COMMUNICATION

V.P. Zverev, S.E. Hnatiuk

It is proposed the method for estimation of reliability indicators of a special connection with regard to the reliability of their software. The effect of using this method is to increase the accuracy of the forecast indicators of reliability of the system with the accumulation of statistical data. The technique can also be used in the study, the assessment is the prediction of the reliability of special computer systems and advanced program-controlled communications.

Keywords: reliability, software reliability, improving the accuracy of forecasting, special computer system, program-controlled communications.