



ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ СТРАТЕГІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ЧАСТОТУ ПОТРАПЛЯННЯ В АВАРІЙНУ СИТУАЦІЮ СИСТЕМИ КОМІРКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Л. Озірковський, В. Маринович, Р. Колодій

Національний університет “Львівська політехніка”, вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна

Відповідальний за рукопис Леонід Озірковський (leonid.d.ozirkovskyi@lpnu.ua)

(Подано 26 липня 2022)

У статті висвітлено можливості застосування методики синтезу параметрів стратегії технічного обслуговування системи коміркового зв'язку. На основі марковської моделі здійснено оцінювання показника функціональної безпечності системи коміркового зв'язку, а саме частоти потрапляння в аварійну ситуацію, залежно від тривалості періоду планово-профілактичного обслуговування, виконання ремонтних робіт тощо. Особливістю запропонованого підходу є те, що проєктант має змогу вибрати доцільні параметри стратегії технічного обслуговування на етапі системотехнічного проєктування, коли системи коміркового зв'язку ще не створено в “залізі”.

Ключові слова: *технічне обслуговування; функційна безпечність; надійність; система коміркового зв'язку; надійнісне проєктування; марковська модель.*

УДК: 629.039.58, 621.396.9

1. Вступ

Якість передавання інформації в системах коміркового зв'язку визначається надійністю базових станцій коміркового зв'язку, що здійснюють обслуговування групи кінцевих абонентських пристроїв. Відмови обладнання призводять до простою базових станцій, а відповідно до відсутності зв'язку, що відтак спричиняє погіршення якості надання послуг (QoS) комірковою мережею зв'язку та збитки для операторів коміркового зв'язку [1]. В багатьох випадках відсутність зв'язку є аварійною ситуацією, оскільки втрачається зв'язок із екстреними службами, перестають працювати системи телемедицини, системи сигналізації та відеоспостереження критичної інфраструктури, які використовують мобільний трафік [2].

Підтримання заданого рівня надійності систем коміркового зв'язку на етапі їх експлуатації забезпечується технічним обслуговуванням [3, 4]. Технічне обслуговування (ТО) передбачає використання декількох видів відновлювальних робіт. Оператори коміркового зв'язку переважно використовують два види відновлювальних робіт для підтримки функціонування обладнання: планово-профілактичне обслуговування (ППО) та аварійно-відновлювальні роботи (АВР) [3, 4]. Планово-профілактичне обслуговування передбачає усунення прихованих відмов, які не діагностуються системами моніторингу стану базових станцій, а АВР – недопущення раптових (явних) відмов, які призводять до аварійних ситуацій.

Аварійну ситуацію ліквідують згідно із чітко встановленими правилами, які оформляють у вигляді регламенту технічного обслуговування. Послідовність і види планових та аварійних відновлювальних робіт на базових станціях визначають стратегію ТО. Залежно від конкретних умов експлуатації базових станцій та ресурсів ремонтної служби може бути декілька різновидів стратегії ТО [4, 5]. Кожен із різновидів стратегії ТО забезпечує певний рівень надійності системи коміркового зв'язку [6]. Рівень надійності оцінюють коефіцієнтом готовності, який визначають із функції готовності системи. За однакових значень коефіцієнта готовності, які забезпечують різні стратегії ТО, частота потрапляння в аварійну ситуацію є різною. Це пояснюється різною ефективністю стратегії ТО щодо усунення аварійних ситуацій. Тому для оцінювання ефективності стратегії ТО, крім коефіцієнта готовності, потрібно визначити також показник функційної безпечності, а саме частоту потрапляння в аварійну ситуацію [7].

Оцінити ефективність кожного із різновидів стратегії ТО з високою достовірністю можна лише за підсумками багаторічної експлуатації системи коміркового зв'язку. В результаті такої експлуатації ремонтна служба емпірично визначає період ППО, максимально допустимі тривалості виконання різних видів робіт (проведення моніторингу обладнання, усунення прихованих та раптових відмов, доїзду до базової станції тощо). Якщо ж ефективність стратегії ТО недостатня, то її параметри змінюють, а ефект цих змін буде відомим лише через декілька років [5].

Тому актуальним є завдання визначення доцільних діапазонів значень параметрів стратегії технічного обслуговування, які забезпечують гранично допустимі значення частоти потрапляння в аварійну ситуацію вже на системотехнічному етапі проектування системи мобільного зв'язку, коли ще самої системи немає у "залізі" [8]. Вибір параметрів стратегії ТО на пізніших етапах призводить до надмірних затрат на їх оптимізацію в умовах експлуатації, а результат цієї оптимізації можна оцінити лише через роки експлуатації.

2. Опис об'єкта дослідження та постановка завдання

Об'єктом дослідження є стратегія ТО з абсолютним пріоритетом обслуговування сукупності базових станцій коміркового зв'язку, яка полягає у тому, що АВР виконуються з вищим пріоритетом, ніж ППО. Обслуговування усіх базових станцій здійснює одна ремонтна бригада. Надходження заявок до ремонтної служби на проведення ППО потрапляє в чергу, яка в початковий момент часу дорівнює кількості базових станцій. Якщо на базових станціях відсутні аварійні ситуації, тобто черга заявок на здійснення АВР порожня, то заявки на проведення ППО надходять на обслуговування. Обслуговування наступної заявки на проведення ППО не почнеться, доки не буде закінчено обслуговування попередньої, тобто одночасно можливе обслуговування лише однієї заявки.

Якщо під час обслуговування заявки на виконання ППО надходить заявка на проведення АВР, то в зв'язку з вищим пріоритетом такої заявки вона обслуговується першою, а проведення ППО переривається. Обслуговування заявок на проведення ППО не розпочнеться доти, доки не будуть обслужені всі заявки на проведення АВР. Заявки на проведення АВР надходять у сервісний центр з інтенсивністю, яка визначається надійністю обладнання. Якщо в момент надходження заявки на проведення АВР ремонтна бригада ще виконує АВР, то заявка, яка надійшла пізніше, стає в чергу заявок на проведення АВР.

Для стратегії ТО з абсолютним пріоритетом обслуговування семи базових станцій коміркового зв'язку однією ремонтною бригадою необхідно визначити значення параметрів ТО, а саме тривалість періоду планово-профілактичного обслуговування та тривалості виконання ремонтних робіт, за яких значення коефіцієнта готовності буде не меншим від 0,997 (мінімально допустиме), а частота потрапляння в аварійну ситуацію не перевищуватиме $2 \cdot 10^{-6}$ (максимально задане значення).

3. Побудова моделі та синтез параметрів стратегії технічного обслуговування

Для визначення параметрів стратегії технічного обслуговування на системотехнічному етапі проектування необхідно мати відповідне забезпечення (моделі, методи, методики), яке дасть змогу синтезувати параметри стратегії ТО. Для синтезу параметрів стратегії ТО доцільно скористатися

методикою [9]. Згідно із цією методикою за допомогою програмного забезпечення ASNA [10] було автоматизовано побудовано модель стратегії ТО семи базових станцій з абсолютним пріоритетом у вигляді графу станів і переходів, який містить 37 станів та 66 переходів. Фрагмент цього графу наведено на рис. 1, де λ_{PB} – інтенсивність раптових відмов обладнання; λ_{PB} – інтенсивність прихованих відмов обладнання; а μ_{PB} – інтенсивність обслуговування раптової відмови за одиницю часу; μ_{PB} – інтенсивність обслуговування прихованої відмови за одиницю часу; μ_{OB} – інтенсивність обслуговування за одиницю часу та μ_m – інтенсивність моніторингу за одиницю часу.

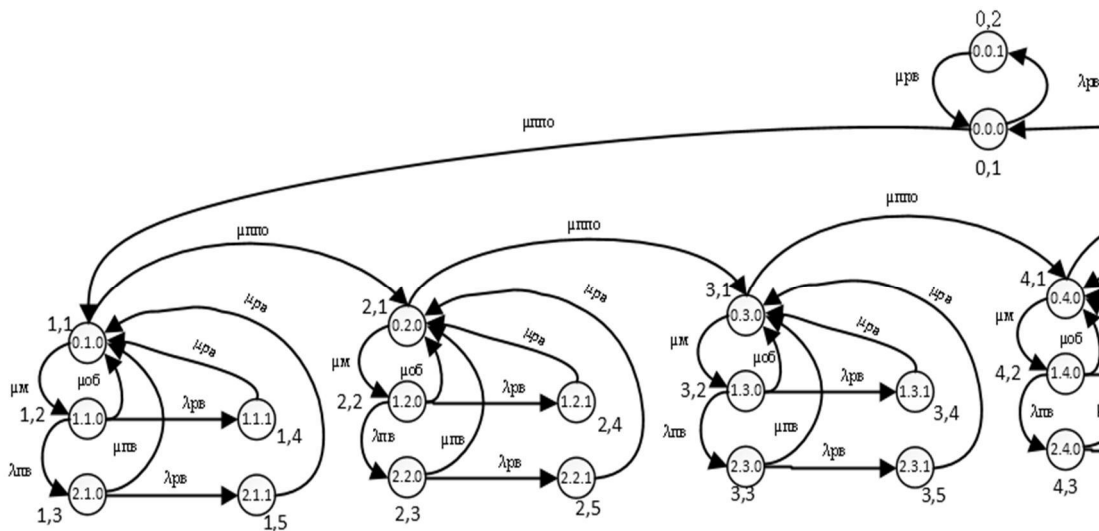


Рис. 1. Фрагмент графу станів і переходів системи коміркового зв'язку, яка містить сім базових станцій для випадку ТО з абсолютним пріоритетом

Стани 1.1, 1.2 і 1.3 відповідають за проведення ППО на першій базовій станції, після завершення яких ремонтна бригада потрапляє на другу базову станцію, на якій аналогічно виконується ППО. В разі виникнення раптової відмови на довільній базовій станції ППО на поточній базовій станції припиняється. Наприклад, коли надійшла заявка на проведення АВР, ремонтна бригада здійснювала ППО на першій базовій станції. В цьому випадку вона перериває ППО на поточному стані і переїжджає на станцію, де трапилася аварійна ситуація. На графі станів і переходів ця подія відображається переходами зі станів 1.2 та 1.3 у стани 1.4 і 1.5. Після виконання всіх аварійно-відновлювальних робіт ремонтна бригада повертається на першу базову станцію і роботи з планово-профілактичного обслуговування відновлюються з початкового етапу. Це відображається переходами зі станів 1.4 і 1.5 в стан 1.1. Стани 2.1–2.5 стосуються другої базової станції, стани 3.1–3.5 – третьої тощо.

На основі графу станів і переходів сформовано систему (1) диференціальних рівнянь Колмогорова – Чепмена. Система (1) є аналітичною моделлю стратегії ТО з абсолютним пріоритетом і містить 37 рівнянь.

Розв'язок системи рівнянь (1) дає змогу отримати розподіл ймовірностей перебування системи коміркового зв'язку у кожному із можливих станів. З цього розподілу можна сформулювати вирази показників ефективності стратегії ТО. Показниками ефективності стратегії ТО будуть коефіцієнт готовності та частота потрапляння в аварійну ситуацію. Обмежувальними параметрами стануть заданий рівень матеріальних витрат на реалізацію такої стратегії та допустимий рівень збитків у разі потрапляння системи мобільного зв'язку в аварійну ситуацію. Параметри стратегії ТО, від яких залежать коефіцієнт готовності та частота потрапляння в аварійну ситуацію: період проведення ППО та кваліфікація обслуговуючого персоналу (середній час усунення раптових відмов (аварійних ситуацій)).

$$\begin{aligned}
\frac{dP_{0,1}(t)}{dt} &= \mu_{8\text{ППО}} \cdot P_{7,1}(t) + \mu_{p6} \cdot P_{0,2}(t) - (\mu_{1\text{ППО}} + \lambda_{p6}) \cdot P_{0,1}(t) \\
\frac{dP_{0,2}(t)}{dt} &= \lambda_{p6} \cdot P_{0,1}(t) - \mu_{p6} \cdot P_{0,2}(t) \\
\frac{dP_{1,1}(t)}{dt} &= \mu_{1\text{ППО}} \cdot P_{0,1}(t) + \mu_{1об} \cdot P_{1,2}(t) + \mu_{1не} \cdot P_{1,3}(t) + \mu_{1p6} \cdot P_{1,4}(t) + \mu_{1p6} \cdot P_{1,5}(t) - (\mu_{2\text{ППО}} + \mu_{1м}) \cdot P_{1,1}(t) \\
&\dots \\
&\dots \\
&\dots \\
\frac{dP_{7,3}(t)}{dt} &= \lambda_{7\text{ПВ}} \cdot P_{7,2}(t) - (\mu_{7не} + \lambda_{7p6}) \cdot P_{7,3}(t) \\
\frac{dP_{7,4}(t)}{dt} &= \lambda_{7p6} \cdot P_{7,2}(t) - \mu_{7p6} \cdot P_{7,4}(t) \\
\frac{dP_{7,5}(t)}{dt} &= \lambda_{7p6} \cdot P_{7,3}(t) - \mu_{7p6} \cdot P_{7,5}(t)
\end{aligned} \tag{1}$$

4. Формування виразів для обчислення показників функційної безпечності стратегії технічного обслуговування

Як показники функційної безпечності системи коміркового зв'язку використовують згідно з [7, 11]:

- частоту потрапляння в аварійну ситуацію;
- ймовірність потрапляння в передаварійну ситуацію.

Частота потрапляння в аварійну ситуацію $W(t)$ – це швидкість потрапляння системи коміркового зв'язку в стан раптової відмови, яка спричиняє аварійну ситуацію (густина розподілу ймовірностей для випадкових інтервалів часу потрапляння усієї системи в стан відмови)

$$W(t) = \frac{dQ(t)}{dt}, \tag{2}$$

де $Q(t)$ – ймовірність потрапляння системи коміркового зв'язку в стан раптової відмови (аварійну ситуацію).

З графу станів і переходів частота потрапляння базової станції коміркового зв'язку в аварійну ситуацію визначається як сума добутків ймовірностей перебування станції в передаварійних станах на інтенсивності переходів із передаварійних станів у аварійний стан:

$$W(t) = \sum_{i=1}^m (P_i(t) * \lambda_{PB}), \tag{3}$$

де $P_i(t)$ – ймовірність перебування в i -му передаварійному стані; λ_{PB} – інтенсивність раптової відмови (інтенсивність переходу з передаварійного стану в аварійний).

Сумарна ймовірність потрапляння усієї системи коміркового зв'язку в аварійну ситуацію є сумою ймовірностей потрапляння в аварійну ситуацію усіх базових станцій:

$$W_{sum}(t) = \sum_{i=1}^i W_i(t), \tag{4}$$

де $W_i(t)$ – частота потрапляння i -ї базової станції в аварійну ситуацію.

В результаті проведення досліджень отримано залежність значення частоти потрапляння в аварійну ситуацію за час експлуатації системи коміркового зв'язку (рис. 2). З початкового моменту експлуатації частота потрапляння в аварійну ситуацію зростає за рахунок наявності прихованих відмов. Після проведення ППО на усіх базових станціях значна частина прихованих відмов усувається і частота потрапляння в аварійну ситуацію виходить на стаціонарне значення. Зменшити це значення можна, змінюючи період ППО або/і тривалість здійснення АВР, тобто змінюючи параметри стратегії ТО.

Отримана залежність функції готовності (рис. 3) показує, що готовність системи коміркового зв'язку залежить від періоду проведення ППО. На початковому етапі експлуатації готовність коміркової системи зв'язку зменшується за рахунок прихованих відмов. Після виконання першого циклу ППО кількість прихованих відмов істотно зменшується, і функція готовності зростає від значення 0,9965 і досягає стаціонарного значення, яке дорівнює 0,9973.

Результати дослідження впливу величини періоду ППО на частоту потрапляння в аварійну ситуацію наведено на рис. 4.

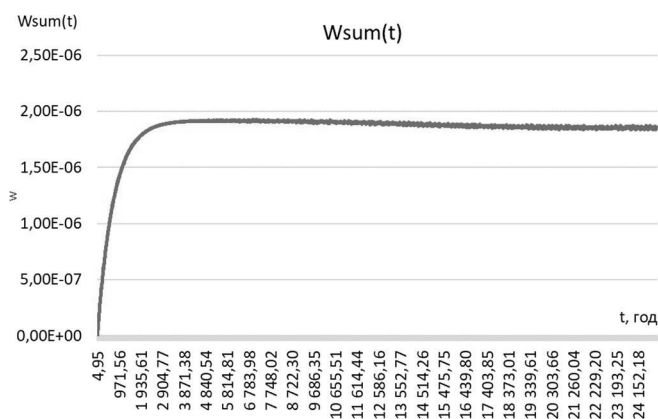


Рис. 2. Сумарна ймовірність потрапляння в аварійну ситуацію системи коміркового зв'язку

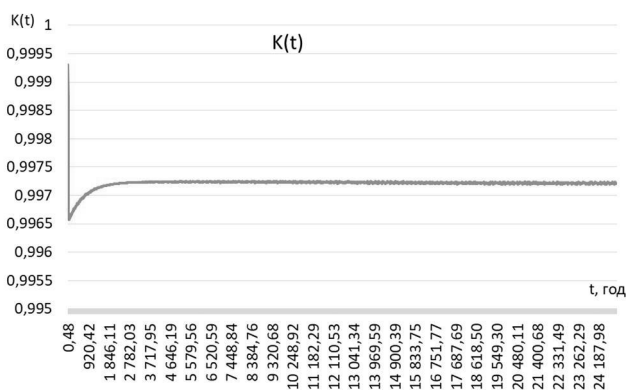


Рис. 3. Функція готовності системи коміркового зв'язку

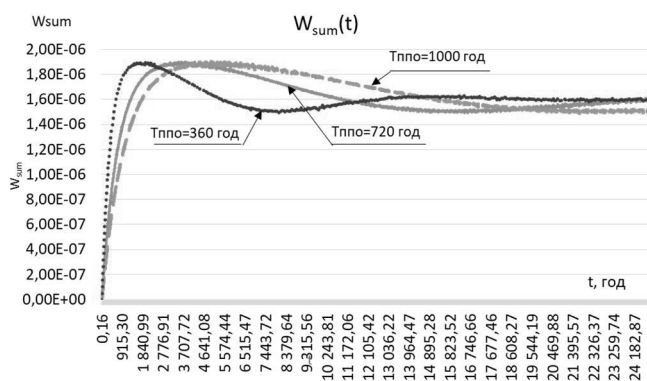


Рис. 4. Залежність частоти потрапляння в аварійну ситуацію від величини періоду ППО

Після виконання першого циклу ППО частота потрапляння в аварійну ситуацію зменшується і набуває стаціонарного значення. Це зумовлено усуненням прихованих відмов. У разі зменшення величини періоду проведення ППО частота потрапляння в аварійну ситуацію швидше досягає стаціонарного значення. Це пояснюється тим, що часте ППО швидше усуне наявні приховані відмови. Однак вартість здійснення ППО з меншим періодом обслуговування буде вищою. У разі надто великого значення періоду ППО збільшиться час простою системи коміркового зв'язку через збільшення кількості аварійних ситуацій, спричинених прихованими відмовами. Простої базових станцій зменшують готовність системи, що, своєю чергою, призводить до погіршення якості обслуговування та втрат, пов'язаних із цим. Тому, вибираючи період здійснення ППО, важливо досягти балансу між вартістю ТО і гранично допустимою частотою потрапляння в аварійну ситуацію.

Для встановлення доцільного періоду проведення ППО необхідно скористатися показником "ймовірність потрапляння в передаварійну ситуацію". Ймовірність потрапляння у передаварійну ситуацію $P_{nc}(t)$ – це сума ймовірностей перебування кожної базової станції у працездатних станах, помножених на інтенсивності переходу з працездатного стану в передаварійний стан. Наступним буде перехід в аварійну ситуацію. Інтенсивність переходу в передаварійний стан дорівнює інтенсивності появи прихованої відмови. Вираз для обчислення ймовірності потрапляння у передаварійну ситуацію сформовано з розподілу ймовірностей перебування системи коміркового зв'язку у всіх станах:

$$P_{nc}(t) = \sum_{i=1}^m P_i(t)\lambda_{ns}, \tag{5}$$

де $P_i(t)$ – ймовірність перебування в i -му стані прихованої відмови; λ_{ns} – інтенсивність переходу в стан прихованої відмови.

Сумарна ймовірність потрапляння телекомунікаційної системи в передаварійну ситуацію матиме вигляд:

$$P_{sum}(t) = P_1(t) + P_2(t) + P_3(t) + P_4(t) + P_5(t) + P_6(t) + P_7(t). \tag{6}$$

На рис. 5 відображено зміни ймовірності потрапляння системи коміркового зв'язку в передаварійну ситуацію за час експлуатації. Цей показник дає змогу істотно зменшити ймовірність потрапляння в аварійну ситуацію системи заналом, з одного боку, і визначити ефективність ППО з усунення прихованих відмов, з іншого. Якщо виконувати ППО до моменту виходу ймовірності потрапляння в передаварійну ситуацію на стаціонарну ділянку, то буде усунуто значну частину прихованих відмов, що, своєю чергою, зменшить частоту потрапляння в аварійну ситуацію. У цьому випадку максимальний період ППО не повинен перевищувати 2000 год.

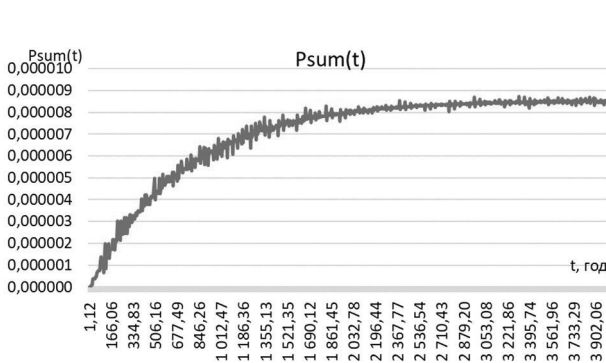


Рис. 5. Ймовірність потрапляння в передаварійну ситуацію залежно від тривалості експлуатації системи

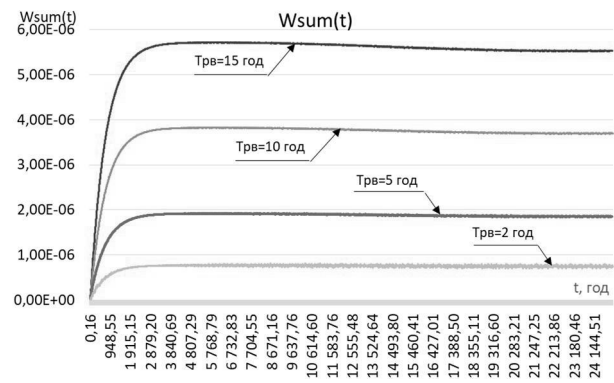


Рис. 6. Частота потрапляння в аварійну ситуацію за різних значень тривалості проведення АРР

Іншим важливим параметром стратегії ТО, від якого залежать показники функційної безпечності, є тривалість проведення АВР. Ця тривалість визначається рівнем кваліфікації ремонтників. Що менша тривалість усунення раптових відмов (вища кваліфікація ремонтників), то швидше ремонтна бригада повернеться до виконання перерваного ППО (усунення прихованих відмов). На рис. 6 подано результати дослідження залежності частоти потрапляння в аварійну ситуацію від різної тривалості здійснення АВР. Якщо середній час усунення раптової відмови дорівнює $T_{ps} = 2$ год, вдається забезпечити частоту потрапляння в аварійну ситуацію системи коміркового зв'язку на рівні $7 \cdot 10^{-7}$. Коли $T_{ps} = 15$, частота потрапляння в аварійну ситуацію дорівнює $5,6 \cdot 10^{-6}$ год. Для нашого випадку, щоб забезпечити значення частоти потрапляння в аварійну ситуацію, не більше ніж $2 \cdot 10^{-6}$, достатньою тривалістю виконання АВР буде 5 год.

Вибір тривалості проведення АВР, з одного боку, обмежується частотою потрапляння системи коміркового зв'язку в аварійну ситуацію, що призводить до зниження рівня якості надання послуг (QoS), а з іншого боку – затратами на утримання висококваліфікованих працівників ремонтної служби.

Отже, методика [9] дає змогу отримати доцільні значення параметрів стратегії ТО базових станцій системи коміркового зв'язку на етапі системотехнічного проєктування і забезпечити як задані показники готовності, так і задані показники функційної безпечності. На відміну від відомих підходів, тут використано єдину модель у вигляді графу станів і переходів, що дає змогу визначити вплив стратегії ТО як на надійність, так і на безпечність системи коміркового зв'язку.

Висновки

1. Побудована аналітична модель дала змогу сформувати вирази для визначення показників функційної безпечності та готовності (надійності) системи коміркового зв'язку в разі застосування стратегії технічного обслуговування зі абсолютним пріоритетом. Відповідно до методики синтезу параметрів стратегії технічного обслуговування встановлено граничні значення цих параметрів, за яких забезпечується мінімально можливе значення коефіцієнта готовності та максимальне допустиме значення частоти потрапляння системи коміркового зв'язку в аварійну ситуацію.

2. Дослідження показали, як впливають параметри стратегії технічного обслуговування на показники функційної безпечності системи коміркового зв'язку. Зі збільшенням періоду ППО зменшується пікове значення частоти потрапляння в аварійну ситуацію на початковому етапі експлуатації. Це зумовлено тим, що під час ППО відключають повністю або частково обладнання базової станції. Відповідно, станція не виконує своїх функцій, що еквівалентно виникненню аварійної ситуації. Що менший період ППО, то частішим буде вимкнення базової станції. Отже, виявлено суперечність між частотою здійснення ППО і частотою потрапляння системи коміркового зв'язку в аварійну ситуацію. Занадто великий період проведення ППО суттєво здешевлює ТО, однак призводить до істотного зростання ймовірності появи прихованих відмов, що знижує надійність обладнання, а це в збільшує частоту потрапляння в аварійну ситуацію у середньочасовому інтервалі експлуатації, що добре простежується на залежностях (рис. 2). Тому на етапі експлуатації системи коміркового зв'язку за допомогою отриманої моделі можна підібрати такий період ППО, за якого частота потрапляння в аварійну ситуацію не перевищуватиме гранично допустиме значення, а функція готовності не впаде нижче від мінімально допустимого значення.

3. Іншим параметром стратегії ТО, який впливає на частоту потрапляння системи коміркового зв'язку в аварійну ситуацію, є середня тривалість усунення аварійної ситуації під час АВР. Ця тривалість характеризує рівень кваліфікації ремонтників. Якщо ремонтна бригада усуває аварійну ситуацію за час до двох годин, то частота потрапляння системи коміркового зв'язку в аварійну ситуацію не перевищуватиме $7 \cdot 10^{-7}$. Якщо ж таку ситуацію ліквідують низькокваліфіковані ремонтники за 15 год, частота потрапляння в аварійну ситуацію зростає до $5,5 \cdot 10^{-6}$. Отже, вибір рівня кваліфікації ремонтників, з одного боку, повинен мінімізувати затрати на обслу-

говування, а з іншого боку – забезпечувати гранично допустиму частоту потрапляння системи коміркового зв'язку в аварійну ситуацію.

4. Отримані результати демонструють можливість підібрати, виконуючи моделювання за допомогою методики синтезу, параметри стратегії ТО, які будуть еквівалентні параметрам, встановленим за період багаторічної експлуатації системи коміркового зв'язку.

Список використаних джерел

- [1] Mondéjar M. J., Mier, F., Jevtić, A., & Fuente, D. A. (2008), *Telecommunications Network Planning and Maintenance*. available at: https://www.researchgate.net/publication/45179549_Telecommunications_Network_Planning_and_Maintenance
- [2] Pervez, F., Qadir, J., Khalil, M., Yaqoob, T., Ashraf, U. and Younis, S. (2018), "Wireless Technologies for Emergency Response: A Comprehensive Review and Some Guidelines", in *IEEE Access*, Vol. 6, pp. 71814–71838.
- [3] Moradi, S., and Eneyo, E. S. (2018), *Application of RFID Technology and GSM Network to Control Maintenance Activities of Radio Networks*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/325973871_Application_of_RFID_Technology_and_GSM_Network_to_Control_Maintenance_Activities_of_Radio_Networks
- [4] Волочий Б., Озирковський Л., Кулык И. (2015). Проектирования эффективных стратегий технического обслуживания. Математические модели, алгоритмы и методики. LAP LAMBERT Academic Publishing, Germany, 160 с.
- [5] Faouzi Kamoun (2005), "Toward best maintenance practices in communications network management". *International Journal of Network Management*, Vol. 15, iss. 5, pp. 321–334.
- [6] Azzaz, S. and Saidane, L. A. (2014), "Maintenance strategies for wireless sensor networks: from a reactive to a proactive approach". *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, Vol. 25, iss. 8, pp. 771–784.
- [7] Ozirkovskyy, L., Volochiy, B., Zmysnyi, M., & Shkiliuk, O. (2020), "Synthesis of safe behavior algorithms of radioelectronic systems for critical applications". *Informatyka, Automatyka, Pomiry W Gospodarce I Ochronie Środowiska*, 10(1), 28–31.
- [8] Johnston, A. B., Schiffers, W., Kharaz, A. (2018), "Towards Wireless Technology for Safety Critical Systems". *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1065, Is. 7.
- [9] Ozirkovskyy, L., Volochiy, B., Marynovych, V., Kazan, P., Zmysnyi M., and Shkiliuk, O. (2022). "The Methodology for Synthesizing the Parameters of the Cellular Communication System Maintenance Strategy", 2022 IEEE 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), pp. 548–552.
- [10] Volochiy, B., Mandziy, B., Ozirkovskyy, L. (2012). "Extending The Features of Software For Reliability Analysis of Fault-tolerant Systems". *Computational Problems of Electrical Engineering*, Lviv Politechnic National University, Vol. 2, No. 1, pp. 113–121.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF MAINTENANCE STRATEGY PARAMETERS ON THE ACCIDENT RATE OF THE MOBILE COMMUNICATION SYSTEM

L. Ozirkovskyy, V. Marynovych, R. Kolodiy

Lviv Polytechnic National University, 12, S. Bandery str., Lviv, 79013, Ukraine

The article shows the possibility of applying the methodology of synthesizing the parameters of the maintenance strategy of the mobile communication system. On the basis of Markov model the estimation of functional safety index of mobile communication system, namely frequency of getting into an accident situation from the value of the period of planned preventive maintenance, duration of repair works, etc. is carried out. Feature of the proposed approach is that the designer has the opportunity to choose appropriate parameters of maintenance strategy still at the stage of system-technical design, when the mobile communication system exists as a concept.

Key words: *maintenance; functional safety; reliability; mobile communication system; reliability engineering; Markov model.*