KAPITEL 3 / *CHAPTER 3* [3]
EXPERTISE OF SPECIAL PURPOSE TELECOMMUNICATION SYSTEMS

DOI: 10.30890/2709-2313.2022-12-01-013

Вступ

Експертиза телекомунікаційних проектів є важливим етапом в процесі розробки телекомунікаційних систем (ТКС), яка проводиться практично на кожному етапі розробки ТКС і являє собою складну організаційно-технічну процедуру. Основною метою проведення експертизи ТКС є обґрунтування висновку щодо якості технічних рішень в ході проектування та їх розроблення. Телекомунікаційні системи спеціального призначення в порівнянні із звичайними системами мають свої характерні риси, а саме: більшу територіальну протяжність; багаторівневість та забезпечують велику кількість сервісів; для цих систем характерно коливання внутрішніх та зовнішніх параметрів; для ТКС спеціального призначення характерна стохастичність більшості процесів обробки інформації та необхідність їх оптимізації. Прикладом телекомунікаційної системи спеціального призначення може слугувати телекомунікаційна система Державної прикордонної служби України.

Процедурам проведення експертизи телекомунікаційних проектів присвячено широке коло робіт вітчизняних та зарубіжних авторів [1-13], аналіз яких свідчить, що процедура побудови системи показників якості, яка б дозволила забезпечити експертне оцінювання проектних рішень щодо ТКС потребує подальшого розвитку. Методи формування системи показників якості, які пропонуються, побудовані на основі формалізації телекомунікаційної системи на базі еталонної моделі взаємодії відкритих систем.

У ході дослідження встановлено, що у процесі експертизи під час визначення показників якості функціонування ТКС джерелами появи невизначеності є: нечітке уявлення цілі операції, що може привести до неоднозначного трактування відповідності реального результату до запланованого; недостатнє вивчення деяких явищ та процедур, які супроводжують процеси, що реалізовані в рамках функціонування ТКС; висока імовірність невідомого цілеспрямованого стороннього деструктивного впливу

[3] ***Authors:*** *Katerynchuk Ivan Stepanovych, Mul Dmytro Anatoliyovych, Basarab Oleksandr Korniiovych, Khoptinskiy Ruslan Petrovich, Vavrichen Alexey Anatolievych*

на функціонування ТКС; невизначеність, яка обумовлена неточністю математичних моделей функціонування складних ієрархічних ТКС. Така неточність може виникати завдяки зайвій ідеалізації процесів функціонування та управління, або невірній декомпозиції ТКС. В процесі проведення експертизи формується базова система показників якості, яка дозволяє оцінити телекомунікаційний проект. Разом з тим, у ході експертизи доволі часто виникає проблема оперування інформацією, яка є нечіткою, розмитою або такою, що не може бути виражена кількісно.

3.1. Структурно-логічна схема проведення експертизи телекомунікаційних систем спеціального призначення

Експертиза проектів телекомунікаційних систем - це комплексна, цілеспрямована інформаційно-аналітична діяльність експерта (групи експертів) телекомунікаційних проектів по оцінці якості проектних технічних рішень і формуванню пропозицій щодо оптимізації технічних рішень, які застосовуються в ході розробки телекомунікаційної системи.

Головними завданнями експертизи телекомунікаційних систем та засобів є [6] визначення характеристик та параметрів телекомунікаційних систем та засобів; встановлення фактів та способів передачі (отримання) інформації в телекомунікаційних системах; встановлення фактів та способів доступу до систем, ресурсів та інформації у сфері телекомунікацій; визначення якості телекомунікаційних послуг; встановлення технічного стану телекомунікаційних систем та засобів; встановлення типу, марки, моделі та інших класифікаційних категорій телекомунікаційних систем та засобів; дослідження алгоритмів обробки інформації та її захисту у сфері телекомунікацій.

Об'єктами експертизи телекомунікаційних систем та засобів є телекомунікаційні системи, засоби, мережі і їх складові частини та інформація, що ними передається, приймається та обробляється.

Як було зазначено у [1-2], під ефективністю функціонування системи розуміється комплексна властивість процесу функціонування, яка характеризується оціночним твердженням відносно придатності або пристосованості технічних засобів передачі інформації і управління до вирішення поставлених задач на основі визначення показників якості системи

або показників ефективності процесу функціонування системи. Показник ефективності функціонування складної системи є міра відповідності реального результату процесу функціонування системи необхідному.

Враховуючи вимоги до показників ефективності функціонування системи та особливості процесу функціонування ТКС в якості показників ефективності може бути використана імовірність відповідності системи своєму функціональному призначенню (імовірність досягнення цілі).

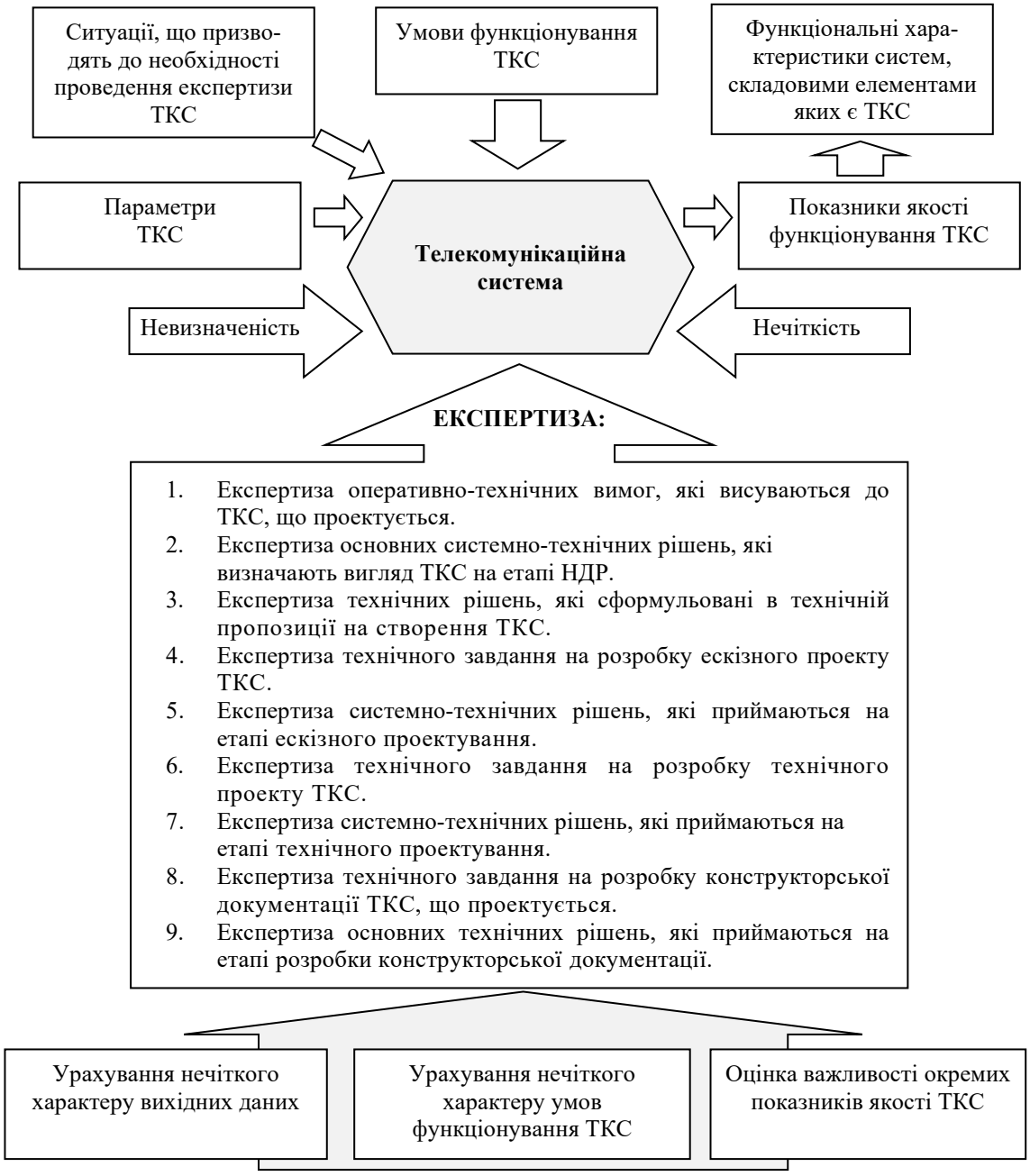

Рисунок 1 – Структурно-логічна схема проведення експертизи телекомунікаційних систем

Багатокритеріальний характер вимог до якості інформаційного обміну і

управління, врахування процесів, які протікають в системі, приводить до постановки векторної задачі аналізу ефективності функціонування ТКС. Загальноприйнятим підходом до розробки системи показників якості таких систем є формування такої множини локальних показників якості, яка відповідає сукупності властивостей ТКС, що впливають на виконання поставлених перед нею завдань. Процес функціонування ТКС можна представити як сукупність процесу інформаційного обміну в ТКС і процесу управління якістю обміну інформацією.

Процес проектування телекомунікаційної системи представляє собою складний багатоетапний процес формування взаємопов’язаних технічних рішень, які мають на меті створення ТКС, здатної забезпечити надання сервісів користувачам з урахуванням специфіки вимог функціонування. Специфіка вимог до перспективних ТКС обумовлюється предметною областю їх застосування. Експертиза, як невід’ємна частина процесу проектування телекомунікаційної системи (рис. 1), може здійснюватися в умовах детермінованості, стохастичності і невизначеності функціональних і структурних параметрів ТКС та процесів інформаційного обміну.

Отже, експертиза телекомунікаційних проектів є важливим етапом в процесі розробки ТКС, який у значній мірі впливає на якість телекомунікаційних систем, що розробляються. Експертиза проводиться практично на кожному етапі розробки ТКС і представляє собою складну процедуру, яка здійснюється в умовах об’єктивно існуючої невизначеності. Врахування умов невизначеності повинно забезпечити підвищення адекватності та достовірності експертизи ТКС.

Врахування невизначеності пропонується проводити на двох рівнях: на рівні визначення часткових показників якості функціонування ТКС та на рівні визначення ваги кожного часткового показника для загальної оцінки ефективності ТКС.

3.2. Методика урахування невизначеності вихідних даних під час знаходження експертних показників якості функціонування телекомунікаційних систем

Неврахування умов невизначеності при знаходженні експертних

показників якості функціонування телекомунікаційних систем (ТКС) призводить до спрощення (ідеалізації) отриманих результатів, які, у свою чергу, не повною мірою відповідають вимогам до ефективності проведеної експертизи ТКС, що проектується. Найбільший вплив на результат моделювання має невизначеність вихідних даних (близько 82–84 %), відповідно вплив невизначеності математичної моделі (або чисельного методу) оцінюється як 16–18 %. Ця обставина надає підстави пропонувати до врахування в розроблюваній методиці вплив невизначеності вихідних даних. Таким чином, проведений аналіз свідчить про необхідність узагальнення та вибору єдиного підходу до врахування невизначеності в процедурі експертизи ТКС.

Аналіз математичних методів, придатних для врахування характеру невизначеності вихідних даних, дає можливість ці методи розділити на дві основні групи: методи зменшення впливу неточної інформації з подальшим використанням звичайних детермінованих алгоритмів; методи переходу (за наявності неточної інформації) до спеціальних алгоритмів (стохастичних, нечітких, інтервальних). Для першого напрямку характерним є застосування різних методів фільтрації й згладжування вихідної інформації, усереднення й порівняння даних. Застосовуються також методи відновлення відсутніх даних, інтерполяції й екстраполювання. Під час використання стохастичних моделей виникає цілий ряд труднощів, пов'язаних зі складністю одержання розподілу щільностей імовірностей для параметрів, нерегулярними явищами при розв'язанні стохастичних диференціальних рівнянь.

Таким чином, спроби застосування якого-небудь конкретного математичного апарату (інтервального аналізу, статистичних методів, теорії ігор, детермінованих моделей тощо) для прийняття рішень в умовах невизначеності дозволяє адекватно відтворити в моделі лише окремі види даних і призводить до безповоротної втрати інформації інших типів. За браком інформації для суворого застосування імовірнісних моделей і труднощів оперування випадковими величинами, а також у зв'язку з тим, що з інтервальними величинами можна працювати в рамках теорії нечітких множин, остання набуває важливого значення. Отже, як основний інструмент для врахування невизначеності доцільно вибрати методи теорії нечітких множин.

Наступним етапом методики слід вважати формалізацію вихідних даних у вигляді нечітких величин. Відомо, що як базове поняття теорії нечітких множин використовується «нечітка множина», основною та єдино можливою

характеристикою якої є функція належності. Враховуючи характер невизначеності та переваги методів теорії нечітких множин для її формалізації оберемо як основний спосіб формалізації вихідних даних використання апарату нечітких чисел. Нечітке число $\tilde{x} = (a, \gamma, \delta)$ представляє собою нечітку множину з функцією належності вигляду [3; 5]:

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 - \dfrac{a - x}{\gamma}, для\ a - \gamma \le x \le a \\ 1, для\ a \le x \le b \\ 1 - \dfrac{x - b}{\delta}, для\ b \le x \le b + \delta \\ 0, інакше \end{cases} \quad (1)$$

Графічну інтерпретацію функції належності наведено на рис. 2.

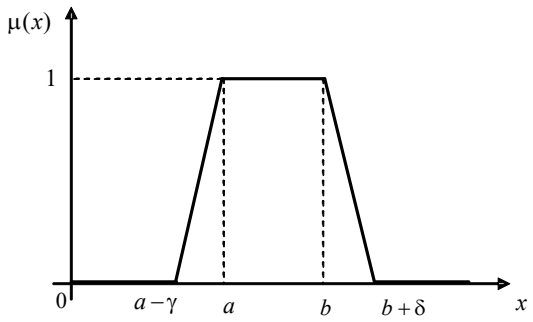

Рисунок 2 – Графік функції належності нечіткого числа $\tilde{x}$

Аналіз вигляду нечіткої функції та наведені вище правила виконання арифметичних операцій дають можливість знайти мінімальне та максимальне значення нечіткої функції від нечітких аргументів за кожним з α-рівнів. Використання того чи іншого принципу узагальнення призведе до знаходження функції належності нечіткого результату множини всіх можливих та множини найбільш імовірних значень параметра, який моделюється.

Враховуючи нечіткість та слабку структурованість задачі визначення важливості експертного показника якості функціонування ТКС в системі показників якості, її можна представити кортежем: <*S, X, Y_X, P, A, A_X, D*>, де *S* – множина критеріїв оцінки показника якості; *X* – множина характеристик оцінюваних показників якості; Y_X – множина припустимих значень характеристик показників якості; *P* – система переваг, що задає відносини між множинами *S, X, Y_X*; *A, A_X* – множина показників й оцінок їх характеристик; *D* – вирішальне правило: *D: A* $\rightarrow$ [0, 1]. Потрібно знайти вирішальне правило *D*, що забезпечує одержання оцінок важливості експертних показників з одиничного інтервалу.

Структура методики врахування невизначеності вихідних даних при знаходженні експертних показників якості функціонування ТКС наведена на рис. 3.

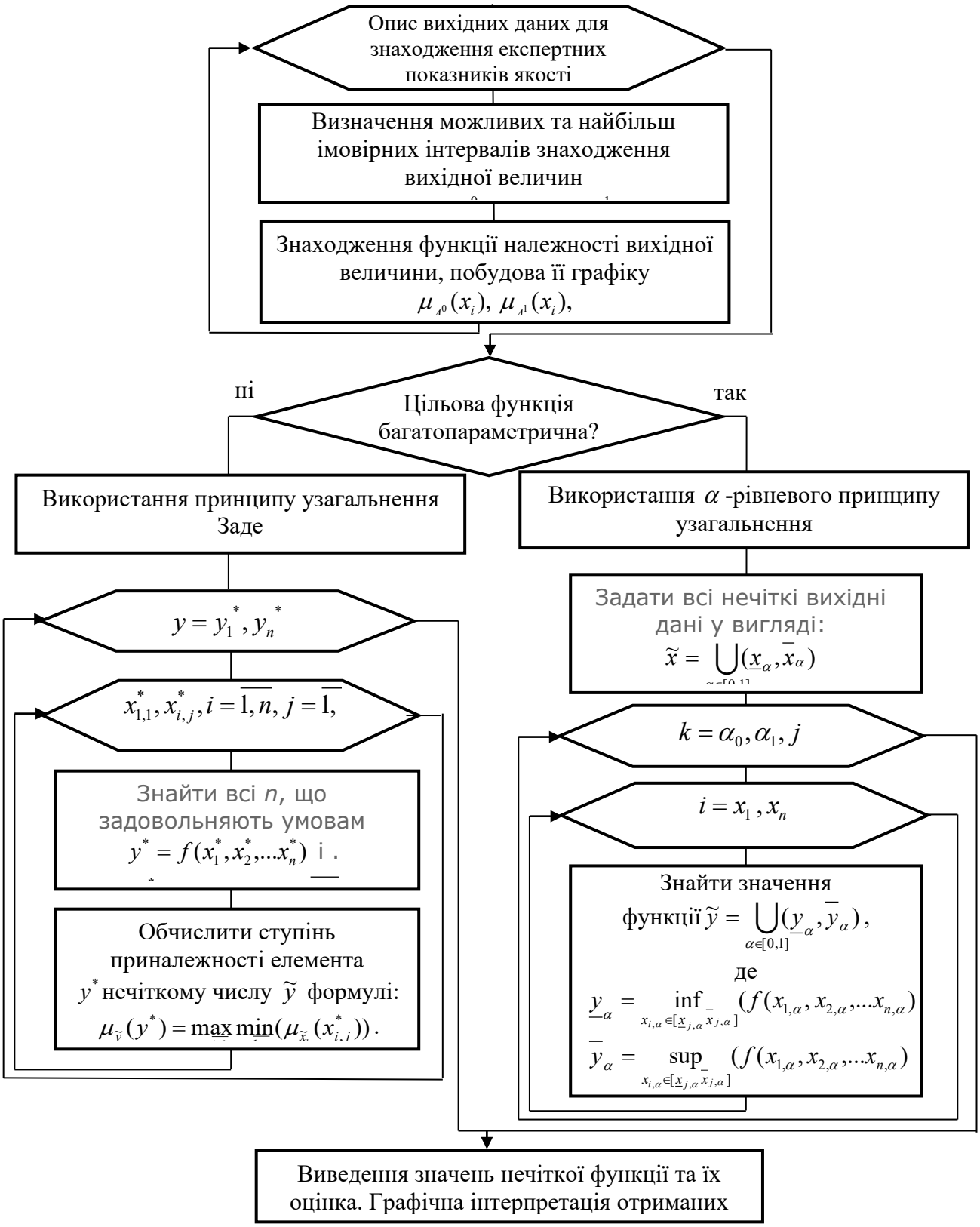

Рисунок 3 – Структура методики врахування невизначеності в вихідних даних при визначенні експертних показників якості функціонування

Висновки

Таким чином, формалізація функціонування телекомунікаційної системи представляє собою сукупність двох функціональних підсистем, а саме системи інформаційного обміну та системи управління якістю інформаційного обміну. Система показників якості функціонування ТКС представляє собою множину локальних показників якості інформаційного обміну і показників якості управління інформаційним обміном.