

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Періг Володимир Михайлович

УДК 621.391

**НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЕРТИЗИ
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ
В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**

05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата економічних наук

Хмельницький – 2012

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Тернопільському Національному університеті, Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник доктор технічних наук, професор
Катеринчук Іван Степанович,
Національна академія Державної прикордонної
служби України імені Богдана Хмельницького,
заступник ректора з навчальної та наукової роботи.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Климаш Михайло Миколайович,
Національний університет "Львівська політехніка",
завідувач кафедри телекомунікацій;

кандидат технічних наук, доцент,
Сайко Володимир Григорович, Державний універ-
ситет інформаційно-комунікаційних технологій,
професор кафедри радіо технологій, м. Київ.

Захист відбудеться “___” _____ 2010 р. о “___” годині на засіданні спеці-
алізованої вченої ради К 70.052.04 у Хмельницькому національному універси-
теті за адресою: 29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11, корп. 3, зала
засідань вченої ради, тел. (0382) 2-20-43.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Хмельницького національного
університету за адресою: 29016, м. Хмельницький, вул. Кам’янецька, 110/1.

Автореферат розіслано “___” _____ 2012 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради

В.В. Мартинюк

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Експертиза телекомунікаційних проектів є важливим етапом в процесі розробки телекомунікаційних систем (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.

Процедурам проведення експертизи телекомунікаційних проектів присвячено широке коло робіт вітчизняних та зарубіжних авторів, серед яких Белов Д.Л., Вишневский В.М., Гаврилова Т.А., Терентьев В.М., Терентьев В.М., Частиков А.П., Яковлев С.А., аналіз яких надав можливості дійти висновку про необхідність урахування нечіткого характеру даних та оцінок, які використовуються при проведенні експертизи.

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 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.

Таким чином, для підвищення якості проведення експертиз ТКС необхідно розробити науково-методичне забезпечення експертизи в умовах невизначеності. Застосування розробленого науково-методичного забезпечення надасть можливості підвищення якості експертизи ТКС – достовірності, оперативності та повноти урахування факторів, що впливають на точність експертизи.

Зв'язок роботи з науковими роботами, планами, темами. Дисертаційне дослідження виконувалось згідно тематичного плану науково-дослідних робіт Тернопільського Національного економічного університету та Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького. Результати дисертаційного дослідження увійшли до науково-дослідних робіт, а саме: «Методика визначення раціонального складу необхідних компонентів інформаційно-телекомунікаційних систем» (звіт про НДР / НАДПСУ, № 212-0003 І); «Методика оцінки ефективності телекомунікаційної системи» (звіт про НДР / НАДПСУ, № 210-0020 І); «Методика оцінювання параметрів ІТС Державної прикордонної служби України» (звіт про НДР / НАДПСУ, № 209-

1007 І); «Методика проведення експертизи телекомунікаційної мережі» (звіт про НДР / НАДПСУ, № 210-0018 І).

У рамках цих робіт здобувачем досліджено вплив невизначеностей на значення показників ефективності функціонування ТКС та розроблено науково-методичне забезпечення експертизи телекомунікаційної системи спеціального призначення, а саме методики врахування невизначеності вихідних даних при знаходженні експертних показників якості функціонування ТКС СП та методики визначення стану телекомунікаційних систем з використанням методів штучного інтелекту кластерного аналізу.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є підвищення достовірності експертизи ТКС з урахуванням невизначеності нечітких параметрів і показників функціонування.

Досягнення зазначеної мети обумовило необхідність постановки та розв'язання комплексу дослідницьких завдань:

1) проаналізувати відомі підходи щодо проведення експертизи телекомунікаційної системи та особливостей проектування перспективних телекомунікаційних систем та процесу проведення експертизи;

2) формалізувати процес функціонування телекомунікаційної системи спеціального призначення та проаналізувати характер невизначеностей, що існують на етапі проведення експертизи ТКС;

3) обґрунтувати показники якості функціонування телекомунікаційної системи спеціального призначення;

4) розробити науково-методичне забезпечення експертизи телекомунікаційної системи спеціального призначення – методики врахування невизначеності вихідних даних при знаходженні експертних показників якості функціонування ТКС та методики визначення стану телекомунікаційних систем з використанням методів штучного інтелекту кластерного аналізу;

5) розробити пристрій для розрахунку експертних показників якості функціонування ТКС в умовах невизначеності та провести апробацію розробленого науково-методичного забезпечення.

Об'єкт дослідження – функціонування телекомунікаційних систем.

Предмет дослідження – науково-методичне забезпечення експертизи телекомунікаційних систем.

Методи дослідження. Загальною методологічною основою дослідження є діалектичний метод, що передбачає застосування методу системного підходу. Для досягнення поставленої мети в роботі використано низку загальнонаукових та спеціальних методів: абстрактно-логічний – при дослідженні сутності понять, визначень і категорій теорії побудови ТКС; комплексний підхід – при аналізі діючих та формуванні нових методологічних основ оцінки ТКС; порівняльний – при порівняльному аналізі різноманітних процесів, залежностей, тенденцій тощо; аналізу і синтезу – при дослідженні окремо кожної складової ТКС, а також в їх єдності, взаємозалежності та взаємозв'язку; методи експертних оцінок – при обґрунтуванні переліку показників якості ТКС та їх оцінювання; математичного моделювання – при формалізації процесів функціонування ТКС та розробленні математичних залежностей для показників якості ТКС.

Наукова новизна одержаних результатів. Ертаційного дослідження автором особисто отримано такі нові наукові результати:

1. Вперше розроблено математичні моделі визначення показників якості ТКС, що враховують невизначеність і неповноту інформації про параметри функціонування ТКС за рахунок комплексного застосування апарату експертних оцінок, нечітких множин і моделей штучних нейронних мереж.

2. Дістала подальшого розвитку методика експертизи телекомунікаційних систем в умовах невизначеності за рахунок комплексного застосування методів та моделей **теорії ймовірності, нечітких множин та штучних нейромереж**, застосування якої надає можливості підвищення ефективності вузлів і пристроїв у системах радіотехніки та телекомунікацій на підставі аналізу, синтезу й оптимізації їх структурних схем і режимів роботи.

3. Удосконалено методика кластеризації телекомунікаційних систем за станом в умовах невизначеності шляхом розробки відповідних математичних моделей та методів зі стохастичною зміною окремих структурних та функціональних параметрів для підвищення продуктивності системи в цілому та удосконалення методу кластерного аналізу інформаційно-телекомунікаційних систем, в якому застосовано багатопарові нейромережі зворотного поширення.

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному: запропонована методика експертизи телекомунікаційних проектів в умовах невизначеності дозволяє на етапі проектування телекомунікаційної системи оцінити її функціональні можливості та зробити висновок щодо відповідності телекомунікаційного проекту технічному завданню на його розробку; математичні моделі для визначення показників якості функціонування телекомунікаційної системи, які запропоновані, дають можливість у межах експертизи використовувати та поєднувати як кількісні так і якісні вихідні дані, що спрощує проведення експертизи та підвищує її достовірність; метод кластерного аналізу телекомунікаційної системи, який запропонований, дає можливість вирішувати широке коло задач вибору в умовах існування невизначеності.

Запропонований науково-методичний апарат та пристрій експертизи ТКС дозволяє проводити експертизу телекомунікаційних систем широкого призначення та підвищити її достовірність на 18.3%. Оперативність проведення експертизи зросла на 13,6%, за повнотою врахування вихідних даних розроблені методики в 1,3-1,47 разів випереджають відомі методики.

Особистий внесок здобувача. Усі нові наукові результати одержано особисто автором. У статті [5] здобувачеві належить розробка концепції та методики експертизи телекомунікаційних систем; у [6] – методика урахування невизначеності вихідних даних при знаходженні експертних показників якості функціонування телекомунікаційних систем; [7] – математичні моделі показників якості телекомунікаційних систем в умовах невизначеності.

Апробація результатів дисертації здійснювалася шляхом оприлюднення матеріалів дослідження на науково-практичних конференціях та інших заходах, зокрема: «Побудова дерева нечіткого висновку для експертизи телекомунікаційних систем» на III Всеукраїнській науково-практичній конференції «Освітньо-наукове забезпечення діяльності правоохоронних органів і військових фо-

рмувань України»; «Експертиза телекомунікаційних систем в умовах невизначеності з використанням методів штучного інтелекту»; на VII Міжнародній науково-практичній конференції «Військова освіта та наука: сьогодення та майбутнє»; VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Процедури проведення експертизи телекомунікаційних систем в умовах невизначеності» (Praha, 27 ledna - 05 unora 2012 r.); VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Підходи урахування невизначеності при розрахунку експертних показників якості функціонування телекомунікаційних систем» (Przemys, 2011 r.); «Показники якості телекомунікаційної системи для фізичного рівня еталонної моделі взаємодії відкритих систем» на I Всеукраїнській Інтернет-конференції «Українська наука: реалії та перспективи»; «Класифікація об'єктів з використанням методів штучного інтелекту кластерного аналізу» на I Всеукраїнському школі-семінарі молодих вчених і студентів «Сучасні комп'ютерні інформаційні технології».

Публікації. Основні результати дослідження опубліковані у семи статтях у фахових виданнях, матеріалах шести науково-практичних конференцій, чотирьох звітах про науково-дослідні роботи.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, двох додатків. Повний обсяг дисертації – 167 сторінок, з них 145 сторінки основного тексту, 9 таблиць на 12 сторінках, 27 рисунків на 27 сторінках, двох додатків, список використаних джерел включає 112 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження та необхідність розроблення науково-методичних та практичних засад експертизи телекомунікаційних систем в умовах невизначеності. Сформульовано мету й завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, розкрито наукову новизну й практичне значення одержаних результатів, наведено дані про їх апробацію, публікації, зв'язок роботи з науковими планами й програмами.

У **першому розділі** дисертації - *"Аналіз відомих підходів щодо проведення експертизи телекомунікаційної системи"*, досліджено особливості проектування перспективних телекомунікаційних систем та процесу проведення експертизи; формалізовано процес функціонування телекомунікаційної системи; визначено джерела невизначеності, яка існує на етапі проведення експертизи.

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 СП характерна стохастичність більшості процесів обробки інформації та необхідність їх оптимізації. Прикладом телекомунікаційної системи спеціального призначення може слугувати телекомунікаційна система Державної прикордонної служби України.

Аналіз основних етапів (рис. 1, 2) розробки телекомунікаційних систем свідчить, що проведення експертизи проектів перспективних ТКС є складною, багатоетапною задачею, яка залежить від багатьох факторів і може здійснюватись в умовах детермінованості, стохастичності і невизначеності функціональних і структурних параметрів ТКС та процесів інформаційного обміну.

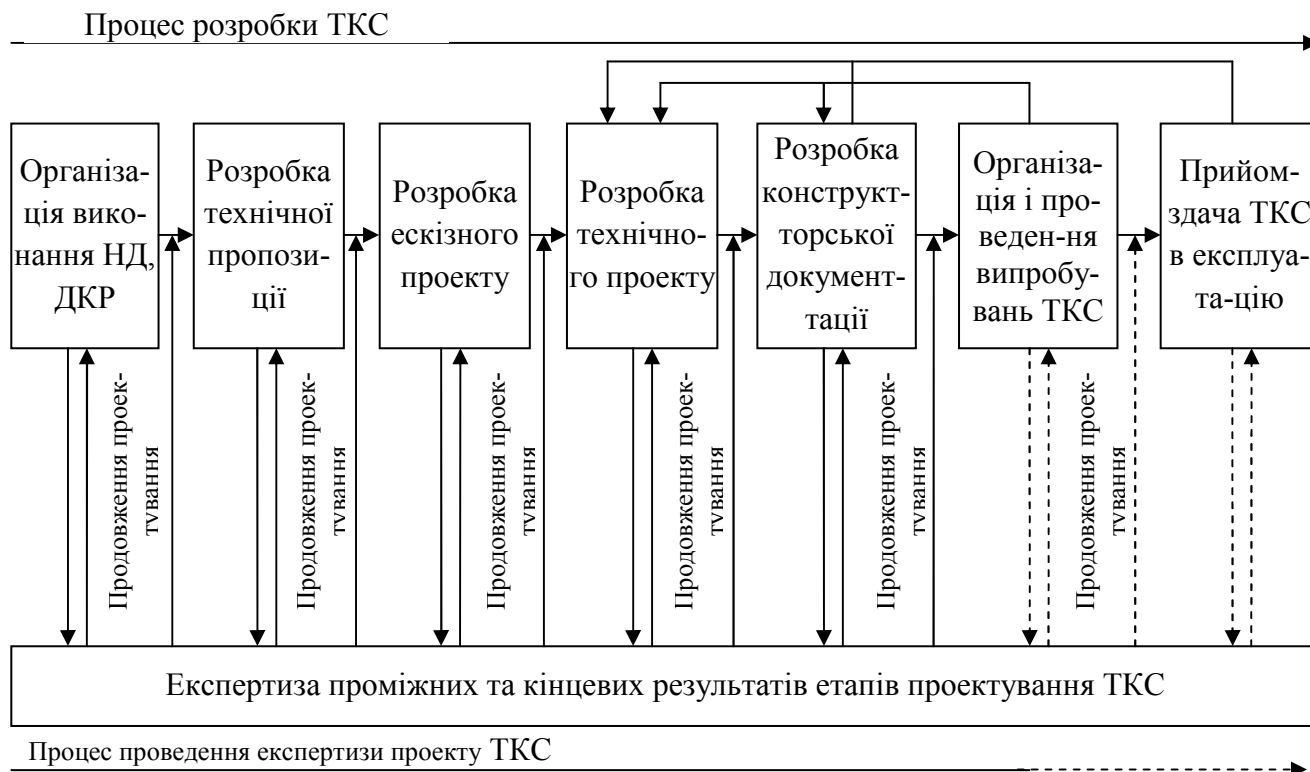


Рис. 1. Загальна схема взаємозв'язку процесів розробки ТКС та експертизи проектних рішень



Рис. 2. Загальна концепція наукового дослідження

До причин формування невизначеності кількісних даних віднесемо наступні причини: неможливість визначення або вимірювання значень величин із заданою точністю; наявність похибок вимірювань або визначення вихідних даних; наявність похибок в процесі можливого округлення даних.

Виходячи зі сказаного вище, в процесі отримання результату експертизи в умовах невизначеності можуть бути застосовані два підходи: визначення максимально досяжної чіткості результату при відомій нечіткості вихідних даних і нечіткості функціонування ТКС (пряма задача); цілеспрямоване формування внутрішнього та вхідного простору таким чином, щоб досягти максимально допустимої нечіткості вихідного результату (зворотна задача).

Враховуючи нечіткість та слабку структурованість задачі визначення важливості експертного показника якості функціонування ТКС в системі показників якості, її можна представити кортежем: $\langle S, X, Y_X, P, A, A_X, D \rangle$, 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.

У **другому розділі** дисертації – «*Обґрунтування показників якості функціонування телекомунікаційної системи*», сформовано систему показників якості, які підлягатимуть оцінюванню в ході експертизи та розроблено математичні моделі їх розрахунку.

Аналіз досліджень в цій предметній області показав, що існуючі методи формування системи показників якості не дозволяють врахувати особливості фізичного, каналного і мережевого рівнів ТКС і потребують подальшого вдосконалення. До локальних показників якості фізичного рівня еталонної моделі взаємодії відкритих систем віднесені: продуктивність фізичного з'єднання; стійкість фізичного з'єднання; достовірність передачі повідомлень через фізичне з'єднання; можливість спостерігати та управляти об'єктами фізичного рівня з боку об'єктів каналного та мережевого рівнів; витрати ресурсів на організацію фізичного з'єднання. З метою оцінки ефективності функціонування каналного рівня відкритих систем локальними показниками якості вибрані: продуктивність каналного з'єднання; стійкість каналного з'єднання; достовірність передачі повідомлень через каналне з'єднання; можливість спостереження та управління об'єктами каналного рівня з боку мережевого рівня; безпечність передачі даних через каналне з'єднання; витрати ресурсів на організації каналного з'єднання. Мережний рівень ТКС забезпечує визначення шляху передачі даних. До показників, які характеризують якість процесів функціонування мережевого рівня телекомунікаційної системи наступні характеристики: продуктивність; стійкість; достовірність передачі; керованість/спостерігаємість; здатність мережі до масштабування; сумісність мережі; мультисервісність; безпечність передачі інформації; витрати ресурсів на реалізацію процесу функціонування ТКС. Показники якості функціонування телекомунікаційної системи для фізичного рівня наведено на рис. 3.

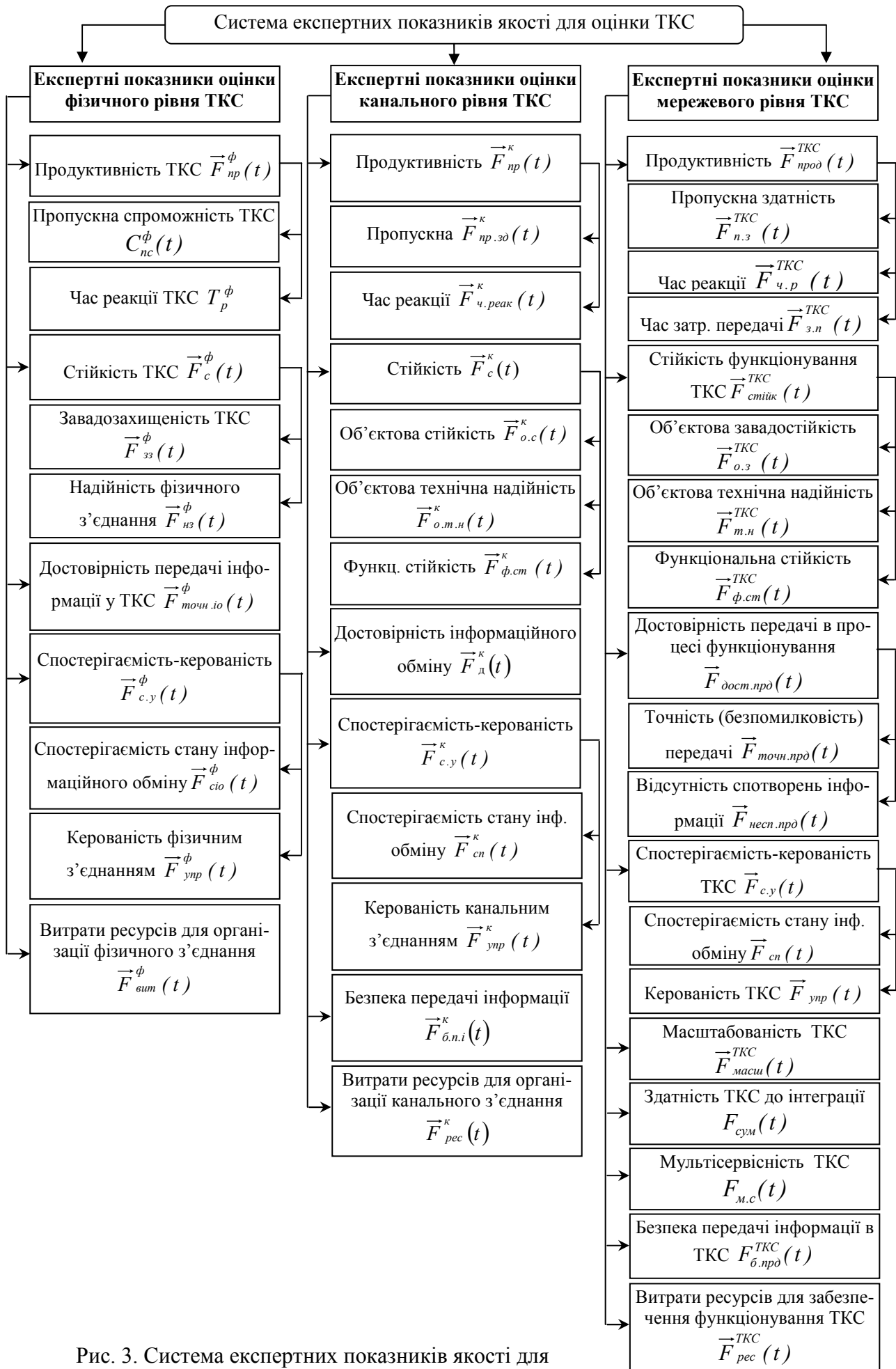


Рис. 3. Система експертних показників якості для експертизи ТКС

У третьому розділі дисертації – "Розробка науково-методичного апарату та пристрою проведення експертизи телекомунікаційної системи в умовах невизначеності", розроблено методику врахування невизначеності вихідних даних при знаходженні експертних показників якості функціонування та удосконалено математичні моделі оцінки показників якості для врахування невизначеності параметрів функціонування.

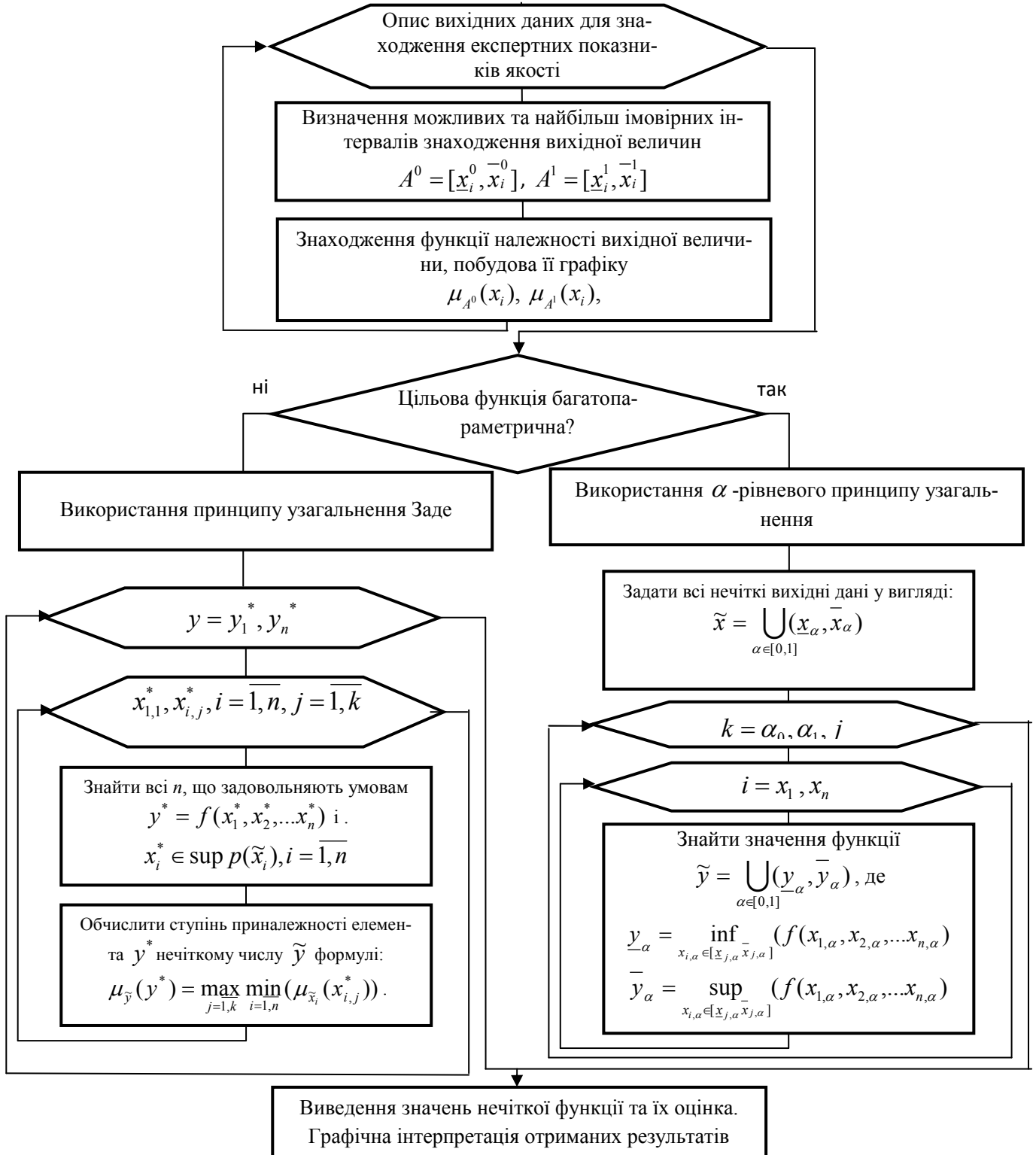


Рис. 4. Структура методики врахування невизначеності в вихідних даних при визначенні експертних показників якості функціонування ТКС

Показники якості функціонування ТКС з урахуванням невизначеності

Фізичний рівень		
Показник якості	Часткові показники якості	Математичний вираз
1	2	3
Продуктивність фізичного рівня ТКС (SI.1)	Пропускна здатність (SI.1.1)	$\tilde{C}_{п.с}^{\phi}(t) = \Delta F \log_2 \left(1 + \frac{\tilde{E}_6}{\tilde{T}_6 \Delta F \sigma^2} \right)$
	Затримка передачі (SI.1.2)	$\tilde{T}_3^{\phi} = t_{м.п}^{\phi} + \tilde{\Delta t}_{п}^{\phi}(t)$
<p>Вихідні дані: ΔF – смуга частот; \tilde{E}_6 – нечітка величина енергії, яка витрачається на передачу одного біту даних; \tilde{T}_6 – нечітка величина часу, який витрачається на передачу одного біту даних; $\Delta F \sigma^2$ – середня потужність шуму в полосі частот ΔF з нульовим математичним очікуванням і дисперсією σ^2; $t_{м.п}^{\phi}$ – максимальний інтервал часу між моментом надходження біта інформації на вхід з'єднання і моментом появи його на виході; $\tilde{\Delta t}_{п}^{\phi}(t)$ – нечітка величина варіації затримки передачі</p>		
Стійкість ТКС на фізичному рівні (SI.2)	Завадозахищеність ТКС на фізичному рівні (SI.2.1)	$\tilde{P}_{3.3}^{\phi}(t) = \frac{1}{2} \exp(-\tilde{h})$
	Надійність фізичного з'єднання (SI.2.2)	$\tilde{F}_H^{\phi}(t) = 1 - (v + n)! l^l \left(\frac{\tilde{\lambda}_B}{l \tilde{\mu}_{від}} \right)^{n+1} \frac{1}{v! l!}$
<p>Вихідні дані: v – кількість робочих елементів, які безпосередньо взаємодіють з засобами передачі даних; n – кількість резервних елементів, які безпосередньо взаємодіють з засобами передачі даних; l – кількість елементів, що безпосередньо взаємодіють з засобами передачі даних і одночасно відновлюють свою працездатність; $\tilde{\lambda}_B$ – нечітка величина інтенсивності відмов елементів, які безпосередньо взаємодіють з засобами передачі даних; $\tilde{\mu}_{від}$ – нечітка величина інтенсивності відновлення елементів, які безпосередньо взаємодіють з засобами передачі даних; \tilde{h} – нечітка величина відношення сигнал/шум на вході приймача.</p>		
Достовірність передачі даних по фізичному з'єднанню (SI.3)	<p>$\tilde{P}_п^{\phi}(t) = 1 - F\left(\sqrt{\frac{\tilde{E}(1-\tilde{\rho})}{N_0}}\right)$ – в умовах реалізації кореляційного методу обробки ортогональних сигналів;</p> <p>$\tilde{P}_п^{\phi}(t) = 2 \left[1 - F\left(\sqrt{2\tilde{E}/N_0}\right) \right] F\left(\sqrt{2\tilde{E}/N_0}\right)$ – в умовах реалізації зміщеної квадратурної фазової маніпуляції сигналів в умовах флуктуаційних завад;</p> <p>$\tilde{P}_п^{\phi}(t) = \frac{1}{2(1+\tilde{h})}$ – в умовах флуктуаційних завад при реалізації частотної модуляції;</p> <p>$\tilde{P}_п^{\phi}(t) = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{\pi\tilde{h}}} \right) e^{-\tilde{h}/4}$ – в умовах флуктуаційних завад при реалізації амплітудної модуляції.</p>	
<p>Вихідні дані: \tilde{E} – нечітка величина енергії одиничного та нульового сигналу; $\tilde{\rho}$ – нечітка величина коефіцієнту кореляції одиничного та нульового сигналу; $F(x)$ – інтегральна функція нормального закону розподілу; N_0 – спектральна щільність потужності сигналу; \tilde{h} – нечітка величина відношення сигнал/шум на вході приймача</p>		

1	2	3
Спостерігаємість-керованість фізичного рівня ТКС (SI.4)	Спостерігаємість стану інформаційного обміну на фізичному рівні ТКС (SI.4.1)	$\tilde{P}_{cn}^{\phi}(t) = 1 - (1 - \tilde{P}_{cn.вс}(t))(1 - \tilde{P}_{cn.ср}(t))(1 - \tilde{P}_{cn.зв}(t))$
	Керованість з'єднанням на фізичному рівні ТКС (SI.4.2)	$\Delta \tilde{F}_{неуз,y}^{\phi}(t) = \sum_{k=1}^{N_{y.в}^{\phi}} \tilde{P}_{з.п}(t) \sum_{i=1}^{N_{п.я}^{\phi}} \alpha_{ki}(t) \times \times \prod_{j=1}^{N_{ел.п.я}^{\phi}} \beta_{kij} \Delta \tilde{y}_j(t)$
<p>Вихідні дані: $\tilde{P}_{ні.ан}^{\phi}(t)$ – нечітка величина імовірності спостерігаємість значень внутрішнього стану фізичного з'єднання (продуктивності, стійкості, безпеки і т.д.); $\tilde{E}_{ні.но}^{\phi}(t)$ – нечітка величина імовірності спостерігаємість параметрів середовища розповсюдження (коефіцієнт передачі середовища розповсюдження); $\tilde{P}_{ні.ца}^{\phi}(t)$ – нечітка величина імовірності спостерігаємість параметрів зовнішніх впливів; $N_{y.в}^{\phi}$ - кількість варіантів управляючих впливів на фізичному рівні; $\tilde{P}_{з.п}(t)$ - нечітка величина імовірності застосування зловмисником k-го варіанту протидії; $N_{п.я}^{\phi}$, $N_{ел.п.я}^{\phi}$ - кількість векторів показників якості інформаційного обміну фізичного рівня і елементів цих векторів відповідно; $\Delta \tilde{y}_j(t)$ - нечітка величина відхилення оцінки j-го елементу i-го вектора показника якості інформаційного обміну через фізичне з'єднання; α_i - степінь важливості i-го вектора показника якості; β_{ij} - степінь важливості j-го елементу i-го вектора показника якості.</p>		
Витрати ресурсів для організації фізичного з'єднання ТКС	$\tilde{E}^{\phi}(t) = P_{прд}^{\phi}(t) \tilde{t}_{a.з}^{\phi} \Delta \tilde{f}^{\phi}(t) = (\tilde{t}, \tilde{t}_{a.з}^{\phi}) \Delta f(t)$	
<p>Вихідні дані: $P_{прд}^{\phi}(t)$ – потужність пристрою, який передає; $\tilde{t}_{a.з}^{\phi}$ – нечітка величина активності фізичного з'єднання; $(\tilde{t}, \tilde{t}_{a.з}^{\phi})$ – нечітка величина селектора часового інтервалу; $\Delta f(t)$ – кількість діапазонів частот, які використовуються для організації фізичного з'єднання.</p>		
Канальний рівень		
Показник якості	Часткові показники якості	Математичний вираз
Продуктивність каналного рівня ТКС (S2.1)	Пропускна здатність (S2.1.1)	$\tilde{C}_{пр.зд}^k(t) = \frac{\tilde{V}_{прд}^k(t)}{\tilde{T}_{прд}^k(t)}$
	Час реакції каналного з'єднання (S2.1.2)	$\tilde{T}_{ч.реак}^k(t) = \frac{1}{N_{т.з.}} \sum_{n=1}^{N_{т.з.}} (\tilde{t}_{o.м.з.n} + \tilde{t}_{прд.в.n})$
<p>Вихідні дані: $N_{т.з.}$ – кількість типів каналних з'єднань; n – кількість типів каналів інформаційного обміну; $\tilde{t}_{o.м.з.n}$ – нечітка величина часу, який витрачається на обробку мережевого запиту на каналне з'єднання n-го типу; $\tilde{t}_{прд.в.n}$ – нечітка величина часу передачі відповіді</p>		
Стійкість ТКС на каналному рівні (S2.2)	Об'єктова стійкість каналного з'єднання (S.2.2.1)	$\tilde{P}_{o.c}^k(t) = 1 - \sum_{k=1}^{K_{в.в}} \tilde{P}_{в.в.k}(t) (1 - \tilde{P}_{з.k}^k(t))$

1	2	3
	Об'єктова технічна надійність каналного з'єднання (S2.2.2)	$\tilde{P}_{o.t.h}^k(t) = 1 - \frac{(m+v)! l^l}{l! v!} \cdot \left(\frac{\tilde{\lambda}_b}{l\tilde{\mu}_b}\right)^{m+1}$
	Функціональна стійкість каналного з'єднання (S2.2.3)	$\tilde{P}_{\phi.ct}^k(t) = \frac{1}{C_{\text{пр.з.зад}}^k(t)} \sum_{k=1}^{N_{\text{BB}}} (1 - \tilde{P}_{\text{в.в.}k}(t)) \times \sum_{k'=1}^{N_{\text{ВП}}} \tilde{C}_{\text{т.}kk'}^k(t-1) \times F_{kk'}(t-1, t)$
<p>Вихідні дані: v – кількість робочих елементів, які безпосередньо взаємодіють з засобами передачі даних; m – кількість резервних елементів, які безпосередньо взаємодіють з засобами передачі даних; $\tilde{P}_{\text{в.в.}k}(t)$ – нечітка величина імовірності застосування зловмисником k-го варіанту протидії; $\tilde{P}_{\text{з.}k}^k(t)$ – нечітка величина імовірності захищеності каналу інформаційного обміну при k-го варіанту протидії; N_{BB} – кількість можливих варіантів впливу з боку зловмисника; $N_{\text{ВП}}$ – кількість можливих варіантів протидії, які реалізовані на каналному рівні; l – кількість елементів, що безпосередньо взаємодіють з засобами передачі даних і одночасно відновлюють свою працездатність; $\tilde{\lambda}_b$ – нечітка величина інтенсивності відмов елементів, які безпосередньо взаємодіють з засобами передачі даних; $\tilde{\mu}_b$ – нечітка величина інтенсивності відновлення елементів, які безпосередньо взаємодіють з засобами передачі даних; $C_{\text{пр.з.зад}}^k(t)$ – задана пропускна здатність на каналному рівні; $\tilde{C}_{\text{т.}kk'}^k(t-1)$ – нечітка величина технічної пропускної здатності при k' способі протидії застосуванню зловмисником k-го варіанта впливу на $(t-1)$-му етапі функціонування; $F_{kk'}(t-1, t)$ – функція корисності для оцінки варіантів відновлення каналного з'єднання.</p>		
Достовірність інформаційного обміну по каналному з'єднанню (S2.3)	$\tilde{K}_n^k(t) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{q} \sum_{j=1}^q \tilde{N}_{n,ij}(t)$	
<p>Вихідні дані: $\tilde{N}_{n,ij}(t)$ – нечітка величина кількості помилок в повідомленнях з i-м пріоритетом трафіку і j-м пріоритетом користувача; $i=1, \dots, n$ – номер пріоритету, який визначається видом трафіку; $j=1, \dots, q$ – номер пріоритету користувача</p>		
Спостерігаємість-керуваність каналного рівня ТКС (S2.4)	Спостерігаємість стану інформаційного обміну на каналному рівні ТКС(S2.4.1)	$\tilde{P}_{cn}^k(t) = 1 - (1 - \tilde{P}_{cn.sc}(t))(1 - \tilde{P}_{cn.cp}(t))(1 - \tilde{P}_{cn.zb}(t))$
	Керуваність каналним з'єднанням на каналному рівні ТКС(S2.4.2)	$\Delta \tilde{F}_{\text{неуз.}y}^k(t) = \sum_{k=1}^{N_{\text{у.в.}k}^k} \tilde{P}_{\text{з.п}}(t) \sum_{i=1}^{N_{\text{п}я}^k} \alpha_{k_i}(t) \times \times \prod_{j=1}^{N_{\text{ел.п}я}^k} \beta_{k_{ij}} \Delta \tilde{y}_j(t)$
<p>Вихідні дані: $\tilde{P}_{\text{нв.ан}}(t)$ – імовірність спостерігаємість значень внутрішнього стану каналного і фізичного з'єднань (продуктивності, стійкості, безпеки і т.д.); $\tilde{D}_{\text{нв.но}}(t)$ – імовірність спостерігаємість параметрів середовища розповсюдження (коефіцієнт передачі середовища розповсюдження); $\tilde{P}_{\text{нв.са}}(t)$ – імовірність спостерігаємість параметрів зовнішніх впливів (зовнішнє інформаційне навантаження);</p>		

1	2	3
<p>$\tilde{P}_{в.в.k}(t)$ - нечітка величина імовірності застосування зловмисником k-го варіанту протидії; $N_{у.в.к}^k$ - кількість варіантів управляючих впливів на підсистему управління каналного рівня; $\tilde{P}_{з.п}(t)$ - нечітка величина імовірності застосування зловмисником v-го варіанту протидії; $N_{п.я}^k, N_{ел.п.я}^k$ - кількість векторів показників якості інформаційного обміну каналного рівня і елементів цих векторів відповідно; $\Delta\tilde{y}_j(t)$ - нечітка величина відхилення оцінки j-го елементу i-го вектора показника якості інформаційного обміну через каналне з'єднання.</p>		
<p>Безпека передачі інформації на каналному рівні ТКС</p>	$\tilde{K}_{б.п}^k = \sum_{i=1}^{N_{а.ш}} N_{кл.i} + \frac{\tilde{N}_{е.оп.i}}{\tilde{t}_i}$	
<p>Вихідні дані: $N_{кл.i}$ - довжина ключа для i-го алгоритму шифрування, який застосовується під час організації інформаційного обміну; $\tilde{N}_{е.оп.i}$ - нечітка величина кількості елементарних операцій, необхідних для компрометації ключового матеріалу; \tilde{t}_i - нечітка величина часу для компрометації ключового матеріалу; $N_{а.ш}$ - загальна кількість алгоритмів шифрування</p>		
<p>Витрати ресурсів для організації каналного з'єднання</p>	$\tilde{E}^k(t) = P_{прд}^k(t)\tilde{t}_{а.з}^k; \Delta\tilde{f}^k(t) = (\tilde{t}, \tilde{t}_{а.з}^k)\Delta f(t)$	
<p>Вихідні дані: $P_{прд}^k(t)$ - потужність передавального пристрою, який передає; $\tilde{t}_{а.з}^k$ - нечітка величина активності каналного з'єднання; $(\tilde{t}, \tilde{t}_{а.з}^k)$ - нечітка величина селектора часового інтервалу; $\Delta f(t)$ - кількість діапазонів частот, які використовуються для каналного з'єднання.</p>		
<p>Мережний рівень</p>		
Показник якості	Часткові показники якості	Математичний вираз
<p>Продуктивність мережевого рівня ТКС (S3.1)</p>	<p>Пропускна здатність (S3.1.1)</p>	$\tilde{N}_p^{TKC}(t) = \sum_{k=1}^{K_{е.ф}} \tilde{\alpha}_k \tilde{P}_{бс}^{TKC}(t) \cdot \sum_{\sigma=1}^{\Omega_T} \tilde{N}_\sigma^p(t) \tilde{N}_\sigma^{кс}(t)$
	<p>Час реакції ТКС (S3.1.2)</p>	$\tilde{T}_{ч.реак}^{TKC}(t) = \frac{1}{N_{ср.} N_{аб.} N_{пос.}} \sum_{n_{ср.}=1}^{N_{ср.}} \sum_{n_{аб.}=1}^{N_{аб.}} \sum_{n=1}^{N_{пос.}} (\tilde{t}_{п.з.n} + \tilde{t}_{прд.з.n} + \tilde{t}_{о.з.n} + \tilde{t}_{прд.в.n} + \tilde{t}_{о.в.n})$
	<p>Час затримки передачі (S3.1.3)</p>	$\tilde{T}_{з.прд}^{TKC} = (\tilde{t}_{вих.} - \tilde{t}_{вх.}) + \Delta\tilde{t}_{з.прд}$
<p>Вихідні дані: $\tilde{\alpha}_k$ - нечітка величина відносної важливості k-го етапу; $\tilde{P}_{бс}^{TKC}(t)$ - нечітка величина імовірності функціонування ТКС в умовах радіоелектронної протидії; $\tilde{N}_\sigma^p(t)$ - кількість робочих терміналів σ - го типу; $N_{пос.}$ - кількість послуг, які надаються ТКС; $N_{аб.}$ - кількість абонентів, які обслуговуються ТКС; $N_{ср.}$ - кількість серверів послуг, до яких звертаються абоненти; $\tilde{t}_{п.з.n}$ - нечітка величина часу, який витрачається на підготовку користувачем запиту на мобільному терміналі n-го типу; $\tilde{t}_{прд.з.n}$ - нечітка величина часу передачі запиту між терміналом і сервером послуг через сегмент мережі; $\tilde{t}_{о.з.n}$ - нечітка величина часу обробки запиту на сервері</p>		

1	2	3
Стойкість ТКС на каналному рівні (S2.2)	Об'єктова стійкість каналного з'єднання (S.2.2.1)	$\tilde{P}_{o.c}^k(t) = 1 - \sum_{k=1}^{K_{B.B}} \tilde{P}_{B.B.k}(t)(1 - \tilde{P}_{3.k}^k(t))$
	Об'єктова технічна надійність каналного з'єднання (S2.2.2)	$\tilde{P}_{o.t.h}^k(t) = 1 - \frac{(m+v)! l^l}{l! v!} \cdot \left(\frac{\tilde{\lambda}_B}{l \tilde{\mu}_B}\right)^{m+1}$
	Функціональна стійкість каналного з'єднання (S2.2.3)	$\tilde{P}_{\phi.ct}^k(t) = \frac{1}{C_{\text{пр.з.зад}}^k(t)} \sum_{k=1}^{N_{BB}} (1 - \tilde{P}_{B.B.k}(t)) \times \sum_{k'=1}^{N_{BP}} \tilde{C}_{T.kk'}^k(t-1) \times F_{kk'}(t-1, t)$
<p>Вихідні дані: v – кількість робочих елементів, які безпосередньо взаємодіють з засобами передачі даних; m – кількість резервних елементів, які безпосередньо взаємодіють з засобами передачі даних; $\tilde{P}_{B.B.k}(t)$ – нечітка величина імовірності застосування зловмисником k-го варіанту протидії; $\tilde{P}_{3.k}^k(t)$ – нечітка величина імовірності захищеності каналу інформаційного обміну при k-го варіанту протидії; N_{BB} – кількість можливих варіантів впливу з боку зловмисника; N_{BP} – кількість можливих варіантів протидії, які реалізовані на каналному рівні; l – кількість елементів, що безпосередньо взаємодіють з засобами передачі даних і одночасно відновлюють свою працездатність; $\tilde{\lambda}_B$ – нечітка величина інтенсивності відмов елементів, які безпосередньо взаємодіють з засобами передачі даних; $\tilde{\mu}_B$ – нечітка величина інтенсивності відновлення елементів, які безпосередньо взаємодіють з засобами передачі даних; $C_{\text{пр.з.зад}}^k(t)$ – задана пропускна здатність на каналному рівні</p>		
Достовірність інформаційного обміну по каналному з'єднанню (S2.3)	$\tilde{K}_{\Pi}^k(t) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{q} \sum_{j=1}^q \tilde{N}_{\Pi.ij}(t)$	
Спостерігаємість-керуваність каналного рівня ТКС (S2.4)	Спостерігаємість стану інформаційного обміну на каналному рівні ТКС(S2.4.1)	$\tilde{P}_{cn}^k(t) = 1 - (1 - \tilde{P}_{cn.ec}(t))(1 - \tilde{P}_{cn.cp}(t))(1 - \tilde{P}_{cn.36}(t))$
	Керуваність каналним з'єднанням на каналному рівні ТКС(S2.4.2)	$\Delta \tilde{F}_{\text{неуз.у}}^k(t) = \sum_{k=1}^{N_{y.B.k}^k} \tilde{P}_{3.\Pi}(t) \sum_{i=1}^{N_{\Pi\text{я}}^k} \alpha_{k_i}(t) \times \times \prod_{j=1}^{N_{\text{ел.ПЯ}}^k} \beta_{k_{ij}} \Delta \tilde{y}_j(t)$
Безпека передачі інформації на каналному рівні ТКС (S2.5)	$\tilde{K}_{6.\Pi}^k = \sum_{i=1}^{N_{a.\Pi}} N_{\text{кл.}i} + \frac{\tilde{N}_{\text{е.оп.}i}}{\tilde{t}_i}$	
Витрати ресурсів для організації каналного з'єднання ТКС (S2.6)	$\tilde{E}^k(t) = P_{\text{прд}}^k(t) \tilde{t}_{a.3}^k; \Delta \tilde{f}^k(t) = (\tilde{t}, \tilde{t}_{a.3}^k) \Delta f(t)$	

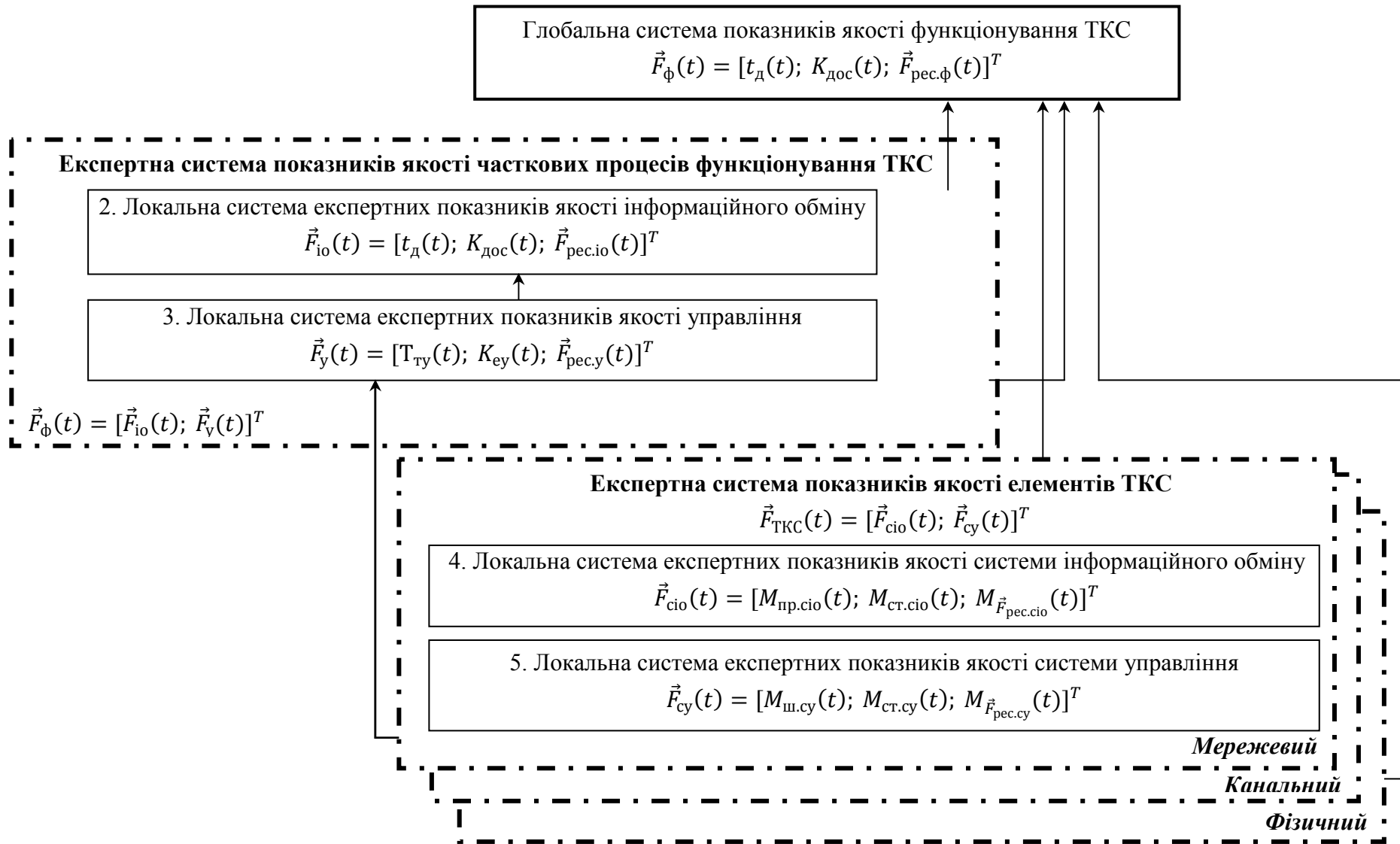


Рис. 5. Структура експертної системи показників якості ТКС

Для розрахунку експертних показників якості функціонування ТКС в умовах невизначеності було розроблено спеціальний пристрій на основі використання мікроконтролера з сімейства AVR компанії ATMEL. Він має всі необхідні компоненти для зручної побудови пристрою розрахунку експертних показників і в той же час в його складі відсутні «зайві» елементи (наприклад датчик температури) які збільшують вартість виробу. Перевагою цього мікроконтролера (в порівнянні навіть з деякими більш новими моделями) є наявність 4-х восьмибітних портів. Ці порти є програмуємі. Можливо побітно змінювати їх ролі (використання в якості входів або виходів). Це дає можливість організувати ввід-вивід.

У **четвертому розділі** дисертації – *«Методика визначення стану телекомунікаційних систем з використанням методів штучного інтелекту кластерного аналізу»*, розроблено методику класифікації ТКС з використанням багат шарової нейромережі зі зворотним поширенням похибки та проведено апробацію результатів дослідження.

Сукупність отриманих оцінок нечітких показників характеризує ТКС і створює інформаційне підґрунтя для проведення її експертизи. Для здійснення експертизи телекомунікаційної системи необхідне її співставлення за сукупністю ознак з відповідним класом. Одним з підходів до вирішення завдання класифікації об'єктів по сукупності ознак, які їх описують, є кластерний аналіз. Кластерний аналіз представляє собою задачу розбиття певної вибірки об'єктів (зокрема ТКС) на підмножини.

Слід відзначити, що класичні методи кластерного аналізу (K-means, графові методи кластеризації, статистичні) не адаптовані до врахування нечіткої інформації. Тому для експертизи ТКС шляхом кластеризації запропоновано використання нейромереж.

Для кластеризації інформації традиційно використовують нейромережі Кохонена. Слід відмітити, що робота нейромережі Кохонена по кластеризації об'єктів має просту геометричну інтерпретацію і може бути реалізована без застосування нейромережових технологій. Робота нейромережі Кохонена може розглядатись як пошук кластера з найближчим до об'єкта центром. Проте, нейромережева реалізація кластеризації забезпечує значно більшу швидкість обробки інформації. Однак нейронні мережі, які знайшли використання при кластеризації (Кохонена) не повною мірою задовольняють вимогам задачі експертизи ТКС. Так для нейромереж Кохонена властива проблема лінійної подільності. Окрім цього вони не адаптовані для обробки нечіткої інформації.

В результаті аналізу різних класів нейромереж з точки зору доцільності їх використання в задачі експертизи ТКС була обрана багат шарова нейромережа з зворотним поширенням похибки. На даний час концепція навчання зі зворотним поширенням похибки представляє собою найбільш популярну, ефективну та легку модель навчання для складних, багат шарових мереж з різною внутрішньою будовою. Архітектура багат шарової мережі, зокрема, наявність прихованих шарів, дозволяє її використовувати для вирішення більш складних задач штучного інтелекту. Зокрема це і складні задачі класифікації інформації.

Методика класифікації ТКС з використанням методів штучного інтелекту показана на рис. 6.

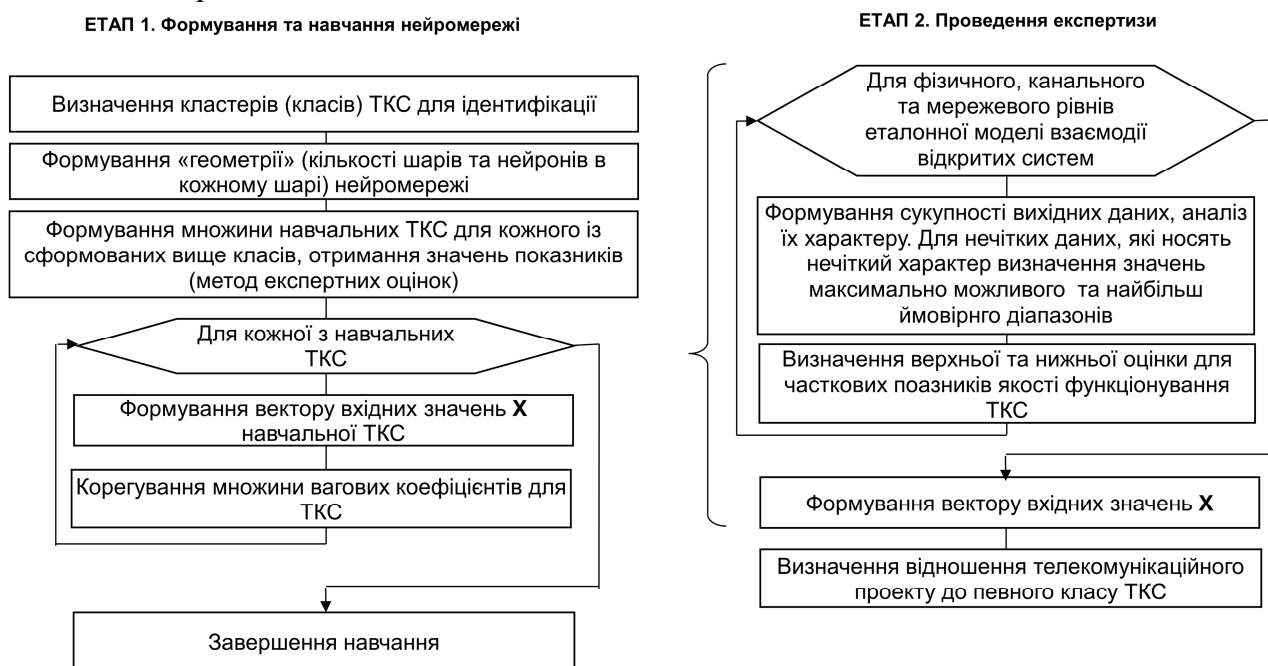


Рис. 6. Методика класифікації ТКС з використанням багатошарової нейромережі зі зворотним поширенням похибки

З метою перевірки можливості проведення експертизи ТКС в умовах невизначеності з використанням методів штучного інтелекту було змодельовано багатошарову нейромережу.

Для аналізу достовірності результатів дослідженню піддавалась частина реально існуючої телекомунікаційної системи Державної прикордонної служби України. Відповідно до запропонованої методики було проведено обчислення інтервалів нечітко заданих показників на основі яких сформовано вхідний вектор для нейромережі. Отримані результати експертизи співпали з попередньо відомою оцінкою ТКС. Практична апробація підтвердила можливість проведення експертизи ТКС на основі комплексного двоетапного підходу з обчисленням нечітко визначених показників і подальшою класифікацією ТКС СП багатошаровою нейромережею.

ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні представлено теоретико-експериментальне обґрунтування науково-методичного забезпечення проведення експертизи телекомунікаційних систем спеціального призначення в умовах невизначеності.

1. З метою підвищення достовірності експертизи ТКС з урахуванням невизначеності нечітких параметрів і показників її функціонування було розроблено методику урахування невизначеності вихідних даних при знаходженні експертних показників якості функціонування ТКС. Наукова новизна запропонованої методики полягає у забезпеченні врахування фізичної невизначеності, яка має місце при експертизі ТКС, що в свою чергу дає можливість оперувати кількісними та якісними категоріями при визначенні експертних показників якості функціонування ТКС і забезпечити більшу достовірність та адекватність експертних рішень.

2. Для реалізації запропонованої методики урахування невизначеності вихідних даних в ході експертиз ТКС, були вдосконалені математичні моделі визначення показників якості функціонування ТКС. Для оцінки якості функціонування ТКС вибраний фізичний, каналний та мережевий рівень. В традиційному підході не враховувалась можливість нечіткого визначення окремих параметрів. В роботі отримані вирази для обчислення сукупності всіх показників, які характеризують ТКС і враховують нечіткий характер вихідних даних. Розроблений математичний апарат дає можливість проводити експертизу ТКС враховуючи невизначеність. Удосконалено математичні моделі показників якості функціонування ТКС. Розроблено методику класифікації телекомунікаційних систем в умовах неповноти вихідної інформації на основі використання багатопараметричних нейромереж зворотного поширення похибки.

4. З метою перевірки достовірності розроблена методика була використана для експертизи ТКС органу охорони кордону ДПСУ з завчасно відомою оцінкою якості функціонування. Отримані результати експертизи співпали з попередньо відомою оцінкою, що підтвердило можливість проведення експертизи ТКС на основі комплексного двоетапного підходу з обчисленням нечітко визначених показників і подальшою класифікацією ТКС багатопараметричною нейромережею. З метою визначення величини підвищення достовірності проведення експертизи ТКС з урахуванням умов невизначеності в порівнянні з використанням відомих методів було використано науково-методичний апарат теорії експертних оцінок. Результати дослідження з залученням експертів дозволяють зробити висновок, що застосування запропонованого двоетапного підходу до проведення експертизи ТКС з урахуванням невизначеності окремих параметрів покращує її достовірність на 18,3%. В результаті дослідження середнього часу, який витрачається на проведення експертизи з використанням розробленої методики та з застосуванням відомих підходів було визначено, що оперативність проведення експертизи зросла на 13,6%. Це обумовлюється чітким алгоритмічним визначенням порядку проведення експертизи та апаратною реалізацією обчислення нечітких показників у спеціально розробленому пристрої. В порівнянні з відомими, запропонована методика експертизи ТКС враховує практично всі вихідні дані, які характеризують функціонування ТКС відповідно до моделі взаємодії відкритих систем, в тому числі і ті, які не можливо або не раціонально визначити у чіткому вигляді. У зв'язку з цим, за повнотою врахування вихідних даних розроблена методика в 1,3-1,47 разів випереджає аналоги.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Періг В.М. Концептуальні засади експертизи телекомунікаційних систем / І.С.Катеринчук, В.М. Періг // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка № 28. – Київ : Видавництво ВІКНУ, 2010. – С. 76-78.
2. Періг В.М. Підходи до кластерного аналізу інформаційно-телекомунікаційних систем / "Комп'ютерні технології друкарства" / В.М. Періг // Збірник наукових праць № 26, – Львів : вид-во УАД, 2011. – с. 79-82.

3. Періг В.М. Використання нейромереж в кластерному аналізі інформаційно-телекомунікаційних систем / "Комп'ютерні технології друкарства" / В.М. Періг // Збірник наукових праць № 27, – Львів : вид-во УАД, 2012. – с. 81-87.
4. Періг В.М. Урахування нечітко заданих параметрів в нейромережеві експертизі інформаційно-телекомунікаційних систем / В.М. Періг // Вісник Житомирського державного технічного університету / Технічні науки, № 4(59). – Житомир : Вид-во ЖДТУ, 2011. – С. 81-84.
5. Періг В.М. Методика урахування невизначеності вихідних даних при знаходженні експертних показників якості функціонування телекомунікаційних систем / І.С.Катеринчук, В.М. Періг // Наукоємні технології. – К : Вид-во НАУ, 2012. – Вип. 1. – С. 84-88.
6. Періг В.М. Методика експертизи телекомунікаційних систем в умовах невизначеності / І.С.Катеринчук, В.М. Періг // Захист інформації. – К : Вид-во Національного авіаційного університету, 2011. – Вип. 4. – С. 25-28.
7. Періг В.М. Удосконалення аналітичних залежностей показників якості функціонування телекомунікаційних систем з урахуванням умов невизначеності / І.С.Катеринчук, В.М. Періг // Збірник наукових праць. – Хмельницький : Вид-во НАДПСУ, 2012. – № 57. – С. 75-79.
8. Періг В.М. Побудова дерева нечіткого висновку для експертизи телекомунікаційних систем : Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції «Освітньо-наукове забезпечення діяльності правоохоронних органів і військових формувань України» – Хмельницький: Вид-во НАДПСУ, 2010. – С. 110-114.
9. Періг В.М. Експертиза телекомунікаційних систем в умовах невизначеності з використанням методів штучного інтелекту : Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Військова освіта та наука: сьогодення та майбутнє», 24-25 листопада 2011 р. Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – Київ : Видавництво ВІКНУ, 2011. – С. 66-67.
10. Періг В.М. Процедури проведення експертизи телекомунікаційних систем в умовах невизначеності / В.М. Періг // *Moderní vymoženosti vědy – 2011: VIII mezinárodní vědecko - praktická konference (Praha, 27 ledna - 05 února 2012 r.)* - Praha: Publishing House «Education and Science», 2012. - Díl 26. – P. 49-52.
11. Періг В.М. Підходи урахування невизначеності при розрахунку експертних показників якості функціонування телекомунікаційних систем / В.М. Періг // *Strategiczne pytania światowej nauki - 2012: VIII międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji (Przemys, 07-15 lutego 2012 r.)* - Przemysl: Nauka i studi, 2012. - Vol.29. - P.75-79.
12. Періг В.М. Показники якості телекомунікаційної системи для фізичного рівня еталонної моделі взаємодії відкритих систем / Матеріали I Всеукраїнської Інтернет-конференція “Українська наука: реалії та перспективи” 22-23 лютого 2011р. – С. 11-14.
13. Періг В.М. Класифікація об'єктів з використанням методів штучного інтелекту кластерного аналізу / Матеріали I Всеукраїнської школи-семінару

молодих вчених і студентів «Сучасні комп'ютерні інформаційні технології» АСІТ 20-21 травня 2011р. – С.131-132.

АНОТАЦІЯ

Періг В. М. Науково-методичне забезпечення експертизи телекомунікаційних систем спеціального призначення в умовах невизначеності. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю – 05.12.13 - радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій. – Хмельницький національний університет, Хмельницький, 2012.

У дисертаційному дослідженні представлено теоретико-експериментальне обґрунтування науково-методичного забезпечення проведення експертизи телекомунікаційних систем в умовах невизначеності. З метою підвищення достовірності експертизи ТКС з урахуванням невизначеності нечітких параметрів і показників її функціонування було розроблено методику урахування невизначеності вихідних даних при знаходженні експертних показників якості функціонування ТКС. Наукова новизна запропонованої методики полягає у забезпеченні врахування фізичної невизначеності, яка має місце при експертизі ТКС, що в свою чергу дає можливість оперувати кількісними та якісними категоріями при визначенні експертних показників якості функціонування ТКС і забезпечити більшу достовірність та адекватність експертних рішень.

Ключові слова: експертиза, ефективність, невизначеність, нейромережа, показник, телекомунікаційна система, якість.

АННОТАЦИЯ

Периг В. М. Научно-методическое обеспечение экспертизы телекоммуникационных систем специального назначения в условиях неопределенности. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – радиотехнические устройства и средства телекоммуникаций. – Хмельницкий национальный университет, Хмельницкий, 2012.

В диссертационном исследовании представлены теоретико-экспериментальное обоснование научно-методического обеспечения проведения экспертизы телекоммуникационных систем в условиях неопределенности.

С целью повышения достоверности экспертизы ТКС с учетом неопределенности нечетких параметров и показателей ее функционирования была разработана методика учета неопределенности исходных данных при нахождении экспертных показателей качества функционирования ТКС. Научная новизна предложенной методики заключается в обеспечении учета физической неопределенности, которая имеет место при экспертизе ТКС, в свою очередь дает возможность оперировать количественными и качественными категориями при определении экспертных показателей качества функционирования ТКС и обеспечить большую достоверность и адекватность экспертных решений.

Для реализации предложенной методики учета неопределенности исходных данных в ходе экспертиз ТКС, были усовершенствованы математические модели определения показателей качества функционирования ТКС. За основу

был взят глобальную систему показателей качества функционирования ТКС, которая состоит из локальных систем показателей качества функционирования ТКС в соответствии с эталонной модели взаимодействия открытых систем. Для оценки качества функционирования ТКС выбран физический, каналный и сетевой уровень эталонной модели взаимодействия открытых систем. В традиционном подходе не учитывалась возможность нечеткого определения отдельных параметров. В работе получены выражения для вычисления совокупности всех показателей, характеризующих ТКС и учитывают нечеткий характер исходных данных. В качестве основного инструмента для учета неопределенности выбранные методы теории нечетких множеств, в частности аппарат нечетких чисел. Для проведения операций над нечеткими числами использован α - уровневый принцип обобщения. Разработан математический аппарат дает возможность принципиально по новому проводить экспертизу ТКС учитывая неопределенность. Усовершенствованы математические модели показателей качества функционирования ТКС дают возможность охарактеризовать ТКС. Разработана методика классификации телекоммуникационных систем в условиях неполноты исходной информации на основе использования многослойных нейросетей обратного распространения ошибки.

С целью проверки достоверности разработана методика была использована для экспертизы ТКС органа охраны границы ГПСУ с заранее известной оценкой качества функционирования. Полученные результаты экспертизы совпали с предварительно известной оценкой, что подтвердило возможность проведения экспертизы ТКС на основе комплексного двухэтапного подхода с исчислением четко определенных показателей и дальнейшей классификации ТКС многослойной нейросетью.

Ключевые слова: экспертиза, эффективность, неопределенность, нейросеть, показатель, телекоммуникационная система, качество.

ABSTRACT

Perigueux VM Scientific and methodological expertise of telecommunications systems to special conditions of uncertainty. – Manuscript.

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences in specialty - 05.12.13 – radio equipment and telecommunications. – Khmelnytsky National University, Khmelnytsky, 2012.

The research presented theoretical and experimental study of scientific methods of examination of telecommunications systems under uncertainty.

To increase the reliability of expert CBC considering the indeterminacy znachenosti fuzzy parameters and indicators of functioning was the method of the uncertainty of initial data for finding expert performance quality of CBC. The scientific novelty of the proposed method is to provide a physical account of uncertainty, which takes place at CBC expertise, which in turn makes it possible to use quantitative and qualitative categories when determining expert performance quality of CBC and provide greater reliability and adequacy of expert decisions.

Keywords: expertise, efficiency, uncertainty, neural networks, value, telecommunication system, quality.