

## ЕКСПЕРТИЗА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗА УМОВ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

У статті представлено теоретико-експериментальне обґрунтування науково-методичного забезпечення проведення експертизи телекомунікаційних систем спеціального призначення за умов невизначеності. Розглянуто вирішення задачі експертизи ЗСТК з використанням кластеризації інформації. В результаті проведеного критичного аналізу відомих методів визначено перспективні напрямки, а також можливі шляхи їх покращення. Крім того, відомі методи експертизи ЗСТК не враховують вихідні дані, які характеризують функціонування ЗСТК відповідно до моделі взаємодії відкритих систем, в тому числі і ті, які не можливо або не раціонально визначити у чіткому вигляді.

Ключові слова: експертиза, телекомунікаційні системи, умови невизначеності, показники якості.

O.V. BOROVUK, Y.O. BABIY, V.V. BOIARCHUK

National Academy of State Border Service of Ukraine named after Bogdan Khmeltsky  
Khmeltsky National University

## EXPERTISE OF SPECIAL PURPOSE TELECOMMUNICATION SYSTEMS UNDER UNCERTAINTY CONDITIONS

*Abstract – This paper presents a theoretical and experimental study of scientific and methodological supporting conducting examination of telecommunication systems, special purpose under conditions of uncertainty. Considered solving the problem of expertise telecommunication systems using the clustering information. As a result of a critical analysis of the known methods identified promising areas and possible ways to improve them. Also known methods of examination telecommunication systems do not include raw data that characterize the functioning telecommunication systems according to the model of open systems, including those that are not possible or not reasonably determine in a clear form*

*Keywords: examination, telecommunication systems, conditions of uncertainty, quality.*

В різних галузях людської діяльності для автоматизації вирішення різноманітних інформаційних завдань використовуються інформаційні системи та засоби телекомунікацій. Від їх працездатності в багатьох випадках залежить якість вирішення задач. Тому при виході інформаційних засобів та систем телекомунікацій (ЗСТК) з ладу необхідно оперативно діагностувати причини непрацездатності. Для визначення цієї причини необхідно провести класифікацію стану пристроїв, засобів та систем телекомунікацій по сукупності параметрів, які описують їх стан. Процедура проведення експертизи пристроїв, засобів, а також систем телекомунікацій присвячено широке коло робіт вітчизняних та зарубіжних авторів, серед яких Частиков А.П., Яковлев С.А., Вишневикий В.М., Терентьев В.М., Белов Д.Л., аналіз яких говорить про необхідність урахування нечіткого характеру даних та оцінок, які використовують при проведенні експертизи.

З метою оцінки ефективності проектування систем телекомунікацій необхідно приділити увагу проведенню процедури експертизи засобів та систем телекомунікацій. Для цього необхідно проаналізувати сутність експертизи та підходи до її проведення. А також слід врахувати, що в процесі проведення експертизи доволі часто виникає проблема оперування інформацією, яка є нечіткою, розмитою або такою, що не може бути виражена кількісно.

### Огляд стану питання

Проведення експертизи доцільно в складних, проблемних ситуаціях, коли знань осіб, які відповідають за прийняття рішень буває недостатньо, або коли параметри функціонування телекомунікаційних систем спеціального призначення (ТССП) не відповідають вимогам.

Експертиза засобів та систем телекомунікацій є комплексною, цілеспрямованою інформаційно-аналітичною діяльністю експерта або групи експертів телекомунікаційних проектів по оцінці якості проектних технічних рішень і формуванню пропозицій по оптимізації технічних рішень, які застосовуються в ході розробки телекомунікаційних систем спеціального призначення.

Проведений аналіз літератури [1–4] показав, що у процесі експертизи під час визначення показників якості функціонування ЗСТК експертам необхідно враховувати наступні джерела появи невизначеності:

- цілеспрямований сторонній деструктивний вплив на функціонування ЗСТК, який важко оцінити та передбачити;
- відсутність чіткого уявлення цілі операції, або неоднозначне трактування відповідності реального результату до запланованого;
- недостатнє вивчення деяких явищ та процедур що реалізовані в рамках функціонування ЗСТК;
- неточність математичних моделей функціонування складних ієрархічних ЗСТК.

Виходячи з розгляду основних етапів розробки телекомунікаційних систем спеціального призначення [2] дає підстави зауважити, що проведення експертизи проектів перспективних ЗСТК є складною, багатоетапною задачею, яка залежить від багатьох факторів. Для підвищення якості вирішення

даної задачі слід застосовувати засоби автоматизації експертної діяльності. Експертиза, як невід'ємна частина процесу проектування засобів та систем телекомунікацій, може здійснюватись в умовах детермінованості, стохастичності і невизначеності функціональних і структурних параметрів ЗСТК та процесів інформаційного обміну. Враховуючи сказане, важливою задачею в межах проведення експертизи засобів та систем телекомунікацій є обґрунтування вимог до проведення експертних оцінок технічних рішень, які визначають побудову ЗСТК.

### Основний матеріал

З метою оцінки ефективності проектування засобів та систем телекомунікацій необхідно приділити увагу проведенню процедури експертизи засобів та систем телекомунікацій. Для цього необхідно проаналізувати сутність експертизи та підходи до її проведення. Разом з тим, в процесі проведення експертизи доволі часто виникає проблема оперування інформацією, яка є нечіткою, розмитою або такою, що не може бути виражена кількісно. Підсумовуючи, логічним є висновок: проведення експертизи доцільно в складних, проблемних ситуаціях, коли знань осіб, які відповідають за прийняття рішень буває недостатньо, або коли параметри функціонування ЗСТК не відповідають вимогам. Обставини, при яких доцільно призначати експертизу:

- наявність проблем, які знаходяться на стику різних галузей науки і техніки;
- отримання об'єктивної думки спеціаліста, який не зацікавлений у результатах;
- коли межі проблеми ширші меж сумарного знання;
- конфліктна ситуація в сфері управління, наявність спірних пропозицій.

Зазвичай для проведення експертизи телекомунікаційних систем спеціального призначення за умов невизначеності використовують наступні методи: діалектичний метод; метод системного підходу; абстрактно-логічний (при дослідженні визначень та понять); комплексний підхід (при аналізі існуючих методологічних основ оцінки ТССП); порівняльний; а також методи аналізу і синтезу (при відокремленому дослідженні кожної складової ТССП).

Проектування ЗСТК являє собою складний багатоетапний процес формування взаємопов'язаних технічних рішень, спрямованих на створення засобів та систем телекомунікацій, здатної забезпечити надання послуг користувачам і враховує специфіку вимог до систем спеціального призначення. Вирішення завдання оцінки експертних показників якості передбачає створення моделі процесу функціонування ТССП. При цьому, дана модель повинна враховувати особливості реалізації в системі того чи іншого технічного рішення, прийнятого в ході проектування ТССП.

Організація експертної діяльності передбачає, що за етапом розробки моделі процесу функціонування проектованої ТССП підетап формування експертних оцінок. Цей етап є визначальним для формування того чи іншого проектного рішення і тим не менш характеризується високою суб'єктивністю та наявністю невизначеностей. Для цього формалізуємо ступені невизначеності, які мають місце в процесі експертизи ТССП у вигляді, представленому на рис. 1.



Рис. 1. Формалізація ступенів невизначеності експертизи ТССП

З рис.1. видно, на отриманий результат експертизи впливають причини як зовнішнього характеру (вихідні дані), так і проблеми внутрішнього середовища проведення експертизи.

Характер невизначеності по-різному впливає на загальну невизначеність процесу моделювання. Найбільший вплив на результат моделювання має невизначеність вихідних даних (близько 82–84 %), відповідно вплив невизначеності математичної моделі (або чисельного методу) оцінюється як 16–18 %. Дана обставина надає підстави пропонувати до врахування вплив невизначеності вихідних даних. Аналіз математичних методів, придатних для врахування характеру невизначеності вихідних даних, дає можливість розділити методи на дві основні групи:

- методи зменшення впливу неточної інформації з подальшим використанням звичайних детермінованих алгоритмів;
- методи переходу до спеціалізованих алгоритмів.

Для першого напрямку характерним є застосування різних методів фільтрації й згладжування вихідної інформації, усереднення й зважування даних. Застосовуються також методи відновлення відсутніх

даних, інтерполяції й екстраполювання. У випадку використання стохастичних моделей виникає цілий ряд труднощів, пов'язаних зі складністю одержання розподілу щільностей ймовірностей для параметрів, нерегулярними явищами при вирішенні 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.

До експертних показників якості функціонування ЗСТК на фізичному рівні відносять наступні показники:

- продуктивність;
- стійкість;
- достовірність передачі повідомлень;
- можливість спостерігати та управляти об'єктами фізичного рівня з боку об'єктів каналного та мережевого рівнів;
- витрати ресурсів на організацію фізичного з'єднання.

Оскільки телекомунікаційна система є складною системою, то вона може бути представлена у вигляді трьох складових: елементи системи; властивості елементів системи; відношення між елементами системи. Для кожної складової можлива нечіткість структури системи, нечіткість параметрів елементів системи, нечіткість відношень між елементами в середині системи. Нечіткість структури системи виникає, коли відсутня повна інформація про систему або система складна настільки, що неможливо скласти її точний детермінований опис.

Основною метою проведення експертизи ТССП є обґрунтування висновку щодо якості технічних рішень в ході проектування і розробки засобів та систем телекомунікацій. Однією з головних задач, яка вирішується в ході проведення експертизи ТССП є формування оптимальної системи показників якості, які підлягають експертному оцінюванню в ході проектування ТССП і, разом з тим, дозволяють охопити всі найбільш суттєві властивості системи.

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

Багатокритеріальний характер вимог до якості інформаційного обміну і управління, врахування процесів, які протікають в системі, приводить до постановки векторної задачі аналізу ефективності функціонування ЗСТК.

Одним з основних етапів оцінювання ефективності функціонування складної інформаційної системи є етап розробки ієрархічно зв'язаної системи показників якості функціонування цієї системи. Загальноприйнятим підходом до розробки системи показників якості таких систем є формулювання такої множини локальних систем показників якості, яка відповідає сукупності властивостей ЗСТК, що впливають на виконання поставлених перед нею завдань. Глобальна система показників якості, що характеризує загальне, єдине завдання, що стоїть перед ЗСТК, виходить шляхом з'єднання вихідних систем показників якості.

Основними користувацькими властивостями засобів та систем телекомунікацій спеціального призначення є види і рівень інформаційних послуг, які забезпечуються користувачеві. Як було зазначено вище, разом з процесом інформаційного обміну в ЗСТК має місце процес управління якістю обміну інформацією, а також структурою алгоритмами і параметрами роботи ЗСТК.

З метою проведення якісної експертизи ТССП слід сформувати структурну схему експертної системи для оцінки показників якості функціонування системи. Структурна схема експертної системи представлена на рис. 2.

Як видно з рис. 2, експертна система представляє собою глобальну систему показників якості функціонування ТССП, яка формується експертною системою часткових процесів функціонування ТССП і

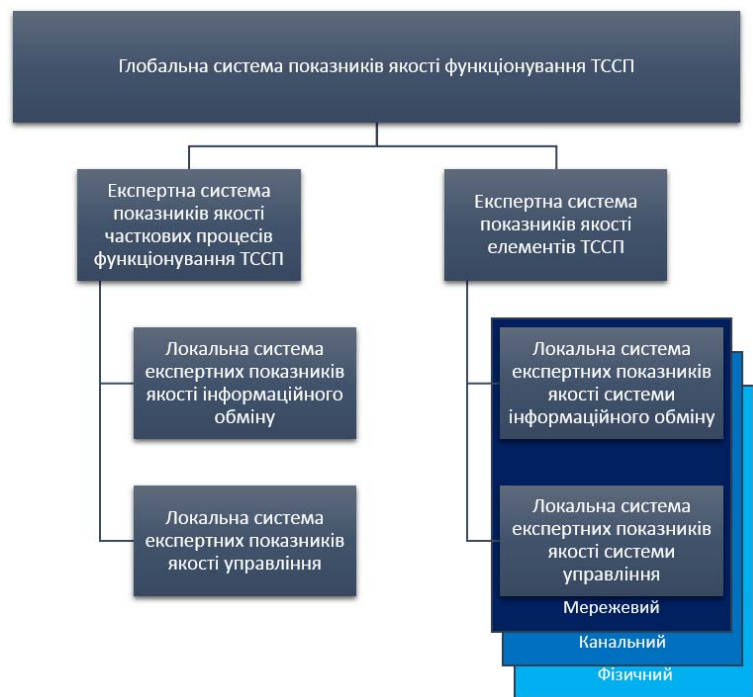


Рис. 2. Структура експертної системи показників якості ТССП

експертною системою показників якості елементів ТССП.

З метою врахування невизначеності для опису окремих показників використання апарату нечітких величин в сукупності достатньо повно характеризує ЗСТК і дозволяє провести її експертизу.

Однак для проведення експертизи засобів та систем телекомунікацій необхідне її співставлення за сукупністю ознак з відповідним класом. Таке співставлення здійснюється за значеннями показників, що характеризують функціонування ЗСТК. У результаті такої класифікації визначається стан до якого слід віднести ЗСТК і, відповідно, реалізується її експертиза.

Одним з підходів до вирішення завдання класифікації об'єктів (в тому числі і ЗСТК) по сукупності ознак, які їх описують, є кластерний аналіз.

Формування експертних оцінок технічних рішень на ранніх стадіях проектування ЗСТК сильно ускладнене «розмитістю» зовнішності системи, що розробляється, і, як наслідок, неповнотою, а часто і суперечністю інформації про передбачувану архітектуру, топологію, алгоритми функціонування системи тощо. За таких умов завдання формування експертних оцінок якості технічних рішень, що приймаються розробником на різних етапах проектування ЗСТК може бути математично коректно вирішене на основі обчислювальних моделей нового класу, що дозволяють ухвалювати рішення в умовах невизначеності з урахуванням думок великої кількості експертів.

#### **Висновок.**

Результати проведеного аналізу сучасних науково-технічних досліджень показали, що характерним для сучасного етапу створення ЗСТК є відставання методик, методів і способів експертизи від темпів розвитку ЗСТК. Найвні підходи до проведення експертизи засобів та систем телекомунікацій, зокрема спеціального призначення, не враховують умов невизначеності. Неврахування об'єктивно існуючої невизначеності вхідних даних в ході експертизи сучасних звичайно складних засобів та систем телекомунікацій приводить до значного спотворення її результатів. В традиційному підході не враховувалась можливість нечіткого визначення окремих параметрів. У зв'язку з цим, за повнотою врахування вихідних даних слід вдосконалювати існуючі методики у зазначеному напрямку.

#### **Література**

1. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей / Под ред. В.Н. Гордиенко, А.Д. Крухмалева. – М. : Горячая линия – Телеком, 2004. – 510 с.
2. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Построение сетей интегрального обслуживания / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – Л. : Машиностроение, 1990. – 332 с.
3. Терентьев В.М. Методика обоснования требований к показателям качества автоматизированных сетей многоканальной радиосвязи / Терентьев В.М. – Л. : ВАС, 1990. – 78 с.
4. Частиков А.П., Гаврилова Т.А., Белов Д.Л. Разработка экспертных систем, среда CLIPS / Частиков А.П., Гаврилова Т.А., Белов Д.Л. – СПб. : БХВ-Петербург, 2003. – 608 с.
5. Борисов А.Н. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьева Г.В. – М. : Радио и связь, 1989. – 632 с.

#### **References**

1. Osnovi postroyeniya telekommunikatsionnykh sistem y setei. Pod red. V.N. Hordyenko y A.D. Krukhmaleva. – M.: Horiachaia lynyia - Telekom, 2004. – 510s. [in Russian]
2. Sovetov B.Ya., Yakovlev S.A. Postroyeniye setei yntehralnoho obsluzhyvaniya. – L.: Mashynostroyeniye, 1990. – 332 s. [in Russian]
3. Terentev V.M. Metodyka obosnovaniya trebovaniy k pokazateliyam kachestva avtomatyzirovannykh setei mnohokanalnoi radyosvyaazy. - L.: VAS, 1990. - 78 s. [in Russian]
4. Chastykov A.P., Havrylova T.A., Belov D.L. Razrabotka ekspertnykh system, sreda CLIPS. - S-Pb.: BKhV-Peterburh, 2003. - 608 s. [in Russian]
5. Borysov A.N., Alekseev A.V., Merkureva H.V. Obrabotka nechetkoi ynformatsyy v systemakh pryniatyia resheniy. – M.: Radyo y sviaz, 1989. – 632 s. [in Russian]

Рецензія/Peer review : 26.2.2014 р. Надрукована/Printed :9.4.2014 р.  
Рецензент: Шинкарук О.М., д.т.н., професор, завідувач кафедри радіотехніки та зв'язку,  
кафедра радіотехніки та зв'язку, Хмельницький національний університет