Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Навчально-науковий центр заочної форми навчання
(повна назва)

Кафедра *Інформаційно-мережної інженерії*
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Аналіз особливостей створення сценаріїв тестування підсистеми ТСАР в процесі надання інфокомунікаційних послуг на платформі IN
(тема)

Виконала:

студентка *2* курсу, групи *ІМІзм-21-1*

Мельник Т.Л.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність *172 «Телекомунікації та радіотехніка»*
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми *освітньо-професійна*
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма

«Інформаційно-мережна інженерія»
(повна назва освітньої програми)

Керівник *доц. Колтун Ю.М.*
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри _____ *Безрук В.М.*
(підпис) (прізвище, ініціали)

2022 р.

Не містить відомостей заборонених до відкритого публікування.

Студентка / *Мельник Т.Л.* /

Керівник / *Колтун Ю.М.* /

Харківський національний університет радіоелектроніки

Навчально-науковий центр заочної форми навчання

Кафедра *Інформаційно-мережної інженерії*
(повна назва)

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність *172 «Телекомунікації та радіотехніка»*
(код і повна назва)

Тип програми *освітньо-професійна*
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма *«Інформаційно-мережна інженерія»*
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

«*21*» *жовтня* 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентці *Мельник Тетяні Леонідівні*
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Аналіз особливостей створення сценаріїв тестування підсистеми ТСАР в процесі надання інфокомунікаційних послуг на платформі IN*

затверджена наказом університету від «*21*» *жовтня* 2022 р. № 166 *Стз*

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії *23 грудня 2022 р.*

3. Вихідні дані до роботи *Тип системи сигналізації: ЗКС №7. Тип мережної платформи: IN на основі ТМЗК. Фізична технологія організації магістралей для передачі трафіка телефонних мереж: SDH. Тип інфокомунікаційних послуг: інтелектуальні послуги IN. Мережні системи, які потрібно проаналізувати на предмет їх реалізації та взаємодії: ЗКС №7, протокол ТСАР, IN.*

Проаналізувати та обґрунтувати підходи до тестування підсистеми ТСАР та створення відповідних сценаріїв тестування в процесі надання послуг IN.. Запропонувати методику розрахунку доставки сигнальних повідомлень у разі виконання сценаріїв тестування підсистеми ТСАР.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

Вступ

1. Узагальнена структура і концептуальна модель організації ЗКС №7.

2. Аналіз принципів організації підсистеми ТСАР, її компоненти і структура повідомлень.

3. Аналіз і обґрунтування підходів до тестування підсистеми ТСАР.

4. Сценарії тестування підсистеми ТСАР в процесі надання послуг IN

5. Методика розрахунку доставки сигнальних повідомлень у разі виконання сценарію тестування підсистеми ТСАР

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) *Слайди у форматі Power Point (назва, мета і етапи виконання кваліфікаційної роботи, узагальнене структурне подання системи ЗКС №7, концептуальна модель ЗКС №7 у відповідності з рівнями EMBBC, інформаційні елементи і структурна організація підсистеми TCAP, формат інформаційного елемента повідомлення TCAP, структура повідомлення підсистеми TCAP, структура IN та її компоненти, приклад специфікації тесту підсистеми TCAP для неструктурованого діалогу у разі нормальної роботи системи, платформа тестування підсистеми TCAP, типова схема включення тестера протоколів SNT-7531 для тестування протоколів системи ЗКС №7 у IN, що розгорнута на базі ТМЗК, сценарій тестування підсистеми TCAP вузла SSP при наданні послуги FPH, сценарій тестування підсистеми TCAP вузла SSP при наданні послуги «Телеголосування», висновки)*

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	*Ознайомлення із завданням. Уточнення ТЗ.*	21.10 – 23.10.22	*виконано*
2	*Підбір літератури за темою роботи.*	24.10 – 30.10.22	*виконано*
3	*Виконання розділу 1*	31.10 – 07.11.22	*виконано*
4	*Виконання розділу 2*	08.11 – 14.11.22	*виконано*
5	*Виконання розділу 3*	21.11 – 28.11.22	*виконано*
6	*Виконання розділу 4*	29.11 – 06.12.22	*виконано*
7	*Виконання розділу 5*	07.12 – 16.12.22	*виконано*
8	*Оформлення пояснювальної записки*	17.12 – 22.12.22	*виконано*
9	*Оформлення презентаційного матеріалу,*		
	підготовка до захисту у ЕК	23.12 – 27.12.22	*виконано*

Дата видачі завдання *21 жовтня 2022 р.*

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____ *доц. Колтун Ю.М.)*
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 85 с., 19 рис., 1 табл., 17 джерел, 2 додатки.

ЗАГАЛЬНОКАНАЛЬНА СИГНАЛІЗАЦІЯ, ЗКС №7, ТСАР, ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА МЕРЕЖА, IN, ПОСЛУГА, СИГНАЛЬНЕ ПОВІДОМЛЕННЯ, ТЕСТУВАННЯ ПРОТОКОЛУ, СЦЕНАРІЇ ТЕСТУВАННЯ, ТЕСТЕР ПРОТОКОЛІВ, SNT-7531

Об'єкт дослідження - підсистема ТСАР системи сигналізації ЗКС №7.

Мета роботи – опис підсистеми ТСАР та аналіз методики створення сценаріїв тестування протоколу ТСАР системи сигналізації ЗКС №7 в процесі надання сучасних інфокомунікаційних послуг на прикладі послуг інтелектуальної мережі

Розглянута узагальнена структура і концептуальна модель організації системи сигналізації ЗКС №7 та описані базові принципи її реалізації. Зроблено аналіз принципів організації підсистеми ТСАР, наведені та обґрунтовані структури повідомлень, визначені її компоненти. Проаналізовані і обґрунтовані підходи щодо тестування протоколу ТСАР та створення сценаріїв його тестування в процесі надання послуг IN, таких як послуги FPH та «Телеголосування». Запропонована методика розрахунку доставки сигнальних повідомлень у разі виконання сценарію тестування підсистеми ТСАР.

THE ABSTRACT

Explanatory note 85 pages, 19 fig., 1 tab., 17 sources, 2 app.

SIGNALLING SYSTEM, SS-7, TCAP, INTELLIGENT NETWORK, IN, SERVICE, USER SUBSYSTEMS, SIGNALLING MESSAGES, PROTOCOL TESTING, SCRIPT OF TESTING, PROTOCOL TESTER, SNT-7531

Object of research – the TCAP subsystem of the signaling system SS-7.

The purpose of work – the TCAP subsystem of descriptions and analysis of the methodology for creating scenarios for testing the TCAP protocol of the signaling system SS-7 in the process of providing modern infocommunication services using the example the services of intelligent network.

The generalized structure and conceptual model the organization of the signaling system SS-7 is considered, and the basic principles of its implementation are described. The analysis principles the organization of the TCAP subsystem is carried out, the message structures are given and its components are determined. Approaches to testing the TSAP protocol, to creating scenarios for its testing in the process of providing IN services, such as FPH and "Televoting" services, are analyzed and substantiated. A method for calculating the delivery of signaling messages when executing a scenario for testing the TCAP subsystem is proposed.

ЗМІСТ

С.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ 9

ВСТУП 12

1 УЗАГАЛЬНЕНА СТРУКТУРА І КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗКС №7 15

1.1 Загальні визначення, компоненти і особливості функціонування ЗКС №7 15

1.2 Узагальнене структурне подання системи ЗКС №7 і її концептуальна модель 18

1.3 Особливості обміну сигнальними повідомленнями та загальні принципи передачі сигнальної інформації в ЗКС №7 22

2 АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ПІДСИСТЕМИ ТСАР, ЇЇ КОМПОНЕНТИ І СТРУКТУРА ПОВІДОМЛЕНЬ 26

2.1 Особливості ТСАР, її структура та інформаційні елементи 26

2.2 Підрівень CSL підсистеми ТСАР та компоненти, що забезпечують його функціонування 29

2.3 Підрівень TSL підсистеми ТСАР та компоненти, що забезпечують його функціонування 31

2.4 Примітиви ТСАР 33

2.5 Формат інформаційного елемента і структура повідомлення ТСАР 35

2.6 Аналіз прикладної підсистеми інтелектуальної мережі ЗКС №7, у якості користувача підсистеми ТСАР 39

3 АНАЛІЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ ПІДХОДІВ ДО ТЕСТУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ ТСАР 42

3.1 Особливості специфікацій тестування підсистеми ТСАР 42

3.2 Мова MSC та її використання для створення сценаріїв обміну сигнальними повідомленнями 44

3.3 Типова платформа тестування підсистеми ТСАР та її опис 46

4 СЦЕНАРІЇ ТЕСТУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ TCAP В ПРОЦЕСІ НАДАННЯ ПОСЛУГ IN 52
4.1 Сценарії тестування TCAP для надання послуги Free Phone (FPH) 52
4.2 Сценарії тестування TCAP для надання послуги «Телеголосування» 55
5 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ДОСТАВКИ СИГНАЛЬНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ У РАЗІ ВИКОНАННЯ СЦЕНАРІЮ ТЕСТУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ TCAP 59
ВИСНОВКИ 68
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ 71
ДОДАТОК А ПУБЛІКАЦІЇ 73
ДОДАТОК Б СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ 77

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ACM – Address Complete Message – завершення прийому адресної інформації;

ANM – Answer Message – повідомлення відповіді;

ASM – Associated Mode of Signalling – зв'язний режим сигналізації;

ASP – Adjacent Signalling Point – суміжний пункт сигналізації;

BIB – Backward Indicator Bit – зворотний біт-індикатор;

CPT – Compatibility Test – тест перевірки сумісності;

CSL – Component Sub-Level – підрівень компонентів;

DSP – Destination Signalling Points – пункти призначення сигналізації;

FIB – Forward Indicator Bit – прямий біт-індикатор;

FISU – Fill In Signal Unit – заповнююча сигнальна одиниця;

FSN – Forward Sequence Number – прямий порядковий номер;

GT – Global Title – глобальна адреса;

IAM – Initial Address Message – початкове адресне повідомлення;

InitialDP – Initial Detection Point – початкова точка виявлення;

IN – Intelligent Network – інтелектуальна мережа;

INAP – Intelligent Network Application Protocol – прикладний протокол IN;

IP – Intelligent Peripheral – інтелектуальна периферія;

ISDN – Integrated Services Digital Network – цифрова мережа з інтеграцією служб;

ISP – Intermediate Service Part – підсистема проміжного обслуговування;

ISUP – Integrated Service User Part – підсистема користувачів ISDN;

ITU-T – International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector – Сектор стандартизації телекомунікацій ITU;

LI – Length Indicator – індикатор довжини;

LSSU – Link Status Signal Unit – сигнальна одиниця стану ланки;

MAP – Mobile Application Part – прикладна підсистема користувачів рухомого зв'язку стандарту GSM;

MSC – Message Sequence Chart – карта послідовностей повідомлень;

MSU – Message Signal Unit – значуща сигнальна одиниця;

MTP – Message Transfer Part – підсистема передачі повідомлень;

NASP – Non Adjacent Signalling Point – несуміжний пункт сигналізації;

NSP – Network Service Part – підсистема мережних послуг;

OMAP – Operations, Maintenance and Administration Part – підсистема експлуатації, технічного обслуговування і адміністративного управління;

OSP – Originating Signalling Points – вихідні пункти сигналізації;

QASM – Quasi-Associated Mode of Signalling – квазізв’язний режим сигналізації;

REL – Release – повідомлення про завершення виклику;

RLC – Release Complete – повідомлення про роз'єднання з'єднання;

SAM – Subsequent Address Message – наступне адресне повідомлення;

SCCP – Signaling Connection and Control Part – підсистема управління з'єднанням сигналізації;

SCEP – Service Creation Environment Point – вузол створення та програмування послуг;

SCP – Service Control Point – вузол управління послугами;

SDL – Signaling Data Link – ланка даних сигналізації;

SDL – Specification and Description Language – мова опису і деталізації;

SDP – Service Data Point – вузол бази даних послуг;

SEP – Signalling End Points – кінцеві пункти сигналізації;

SIO – Service Information Octet – поле індикатора служби октету (байт сигнальної інформації);

SIF – Signaling Information Field – поле сигнальної інформації;

SL – Signaling Link – ланка сигналізації;

SLS – Signaling Link Set – пучок ланок сигналізації;

SMP – Service Management Point – вузол менеджменту послуг;

SP – Signalling Point – пункт сигналізації;

SPC – Signalling Point Code – код пункту сигналізації;

SSP – Service Switching Point – вузол комутації послуг;

STP – Signalling Transfer Points – транзитні пункти сигналізації;

SU – Signal Unit – сигнальна одиниця;

TC – Transaction Capabilities – можливості транзакцій;

TCAP – Transaction Capabilities Application Part – прикладна підсистема забезпечення можливостей транзакцій;

TP – Transaction Part – підрівень транзакцій;

TSL – Transaction Sub-Level – підрівень транзакції;

TUP – Telephone User Part – підсистема користувачів телефонії;

UP – User Part – підсистема користувача;

VAT – Validation Test – тест перевірки відповідності.

АМТС – автоматична міжміська телефонна станція;

АТС – автоматична телефонна станція;

БД – база даних;

ВСС – вузол спецслужб;

ДВ – довжина вмісту;

ІКМ – імпульсно-кодова модуляція;

ЗКС – загальний канал сигналізації;

ЗКС №7 – загальноканальна сигналізація №7;

ЗЛ – з'єднувальна лінія;

МРЗ – мережі рухомого зв'язку;

ПЗ – програмне забезпечення;

ТМЗК – телефонна мережа загального користування;

ЦСК – цифрова система комутації;

ЕМВВС – еталонна модель взаємодії відкритих систем.

ВСТУП

Сучасні телекомунікаційні мережі постійно розвиваються і на цей час дуже складні як з точки зору організації обслуговування викликів, так і з точки зору технологій, що ними підтримуються для надання різноманітних послуг своїм абонентам. Важливим елементом цих мереж є системи сигналізації, призначенням яких є забезпечення взаємодії різних мережних пристроїв для передачі інформації як безпосередньо всередині мережі, так і між її абонентами та мережею [1].

У зв’язку з великим різноманіттям телекомунікаційних мереж та їх постійно зростаючим структурним ускладненням, характерними особливостями протоколів сигналізації, що ними підтримуються, є постійна потреба у підвищенні їх надійності, зниження обсягу і вартості обладнання сигналізації, збільшення кількості переданих сигналів і швидкості їх передачі, забезпечення можливості передачі даних безпосередньо від абонентського термінального обладнання. Звідси актуальними вимогами до систем сигналізації стають такі, як: універсальність, ефективність і висока надійність передачі інформації [1].

На сьогоднішній день єдиною системою сигналізації, що задовольняє у більшому ступені цим вимогам, є система загальноканальної сигналізації №7 (ЗКС №7). Ця система розроблена у відповідності до еталонної моделі взаємодії відкритих систем (ЕМВВС) і стандартизована для застосування на міжнародних та національних мережах зв’язку. Зокрема вимоги до ЗКС №7 були вперше сертифіковані в рекомендаціях ITU-T Q.701-Q.741 [1 - 3]:

- наявність багаторівневої архітектури, що забезпечує можливість модернізації окремих компонентів системи, не торкаючись інших її частин;
- універсальність системи для різноманітних застосувань (телефонії, передачі даних, послуг ISDN, послуг для абонентів мереж мобільного зв’язку);
- забезпечення ефективного використанням ресурсів процесорного обладнання цифрових систем комутації (ЦСК);
- підтримка функцій мережного управління, експлуатації і технічного обслуговування;
- забезпечення надійності зв’язку (втрата однієї ланки сигналізації не має значно впливати на якість обслуговування в мережі);
- зменшення часу на встановлення з’єднання та зниження непродуктивного використання з’єднувальних ліній (ЗЛ);

- наявність детальних і обґрунтованих специфікацій для надання можливості мережним операторам самостійного розгортання системи ЗКС.

У відповідності до цих вимог, система ЗКС №7 забезпечує ефективне обслуговування викликів та надає функціональні можливості по створенню телекомунікаційних послуг. За реалізацію більшості із цих вимог, зокрема тих що пов'язані із забезпеченням послуг і обслуговуванням викликів відповідає підсистема забезпечення можливостей транзакцій (Transaction Capabilities Application Part, TCAP), яка відноситься до числа підсистем користувачів ЗКС №7. Для передачі своїх повідомлень по мережі ця підсистема використовує підсистеми ЗКС №7, що знаходяться на нижчих її рівнях: передачі повідомлень (Message Transfer Part, MTP) та управління з'єднаннями сигналізації (Signaling Connection and Control Part, SCCP). Також TCAP взаємодіє з рівнями, що знаходяться вище, таким як: прикладний протокол інтелектуальної мережі (Intelligent Network Application Protocol, INAP), прикладна підсистема користувачів рухомого зв'язку стандарту GSM (Mobile Application Part, MAP), підсистема експлуатації, технічного обслуговування та адміністративного управління (Operations, Maintenance and Administration Part, OMAP) [1, 3].

Підсистема TCAP не надає яких-небудь послуг користувачеві безпосередньо, але її можливості для надання своїх послуг використовують, наприклад, інтелектуальні мережі (Intelligent Network, IN) або стільникових мереж рухомого зв'язку (МРЗ). Тому сьогодні, коли попит користувачів постійно зростає не тільки на послуги комутації, але і на послуги додаткових видів обслуговування, питання, що пов'язані із застосуванням підсистеми TCAP, набувають особливу актуальність [3].

Треба також зазначити, що при плануванні і проектуванні телекомунікаційних мереж, що орієнтовані на підтримку ЗКС №7, і зокрема підсистеми TCAP, важливо забезпечити тестування програмно-апаратних засобів реалізації мережних протоколів, у тому числі протокольних реалізацій систем сигналізації, що дозволить спрогнозувати і надалі реалізувати їх ефективне функціонування. Такі засоби тестування, як правило, містять набір відповідних сценаріїв тестування, у відповідності з якими відбувається налагодження тієї або іншої системи [1].

Крім того у разі проведення аналізу телекомунікаційних мереж, платформи надання послуг яких орієнтовані на підтримку TCAP, є необхідність враховувати часові затримки повідомлень, що виникають в процесі організації діалогу підсистеми TCAP з компонентами мережі у разі їх взаємодії. Такі затримки можуть

суттєво впливати на якісні показники послуг, що надаються. Тому вироблення і обґрунтування рекомендацій щодо аналізу часових затримок повідомлень TCAP, за допомогою яких можна було б визначити значення і спрогнозувати їх вплив для кожного конкретного випадку, є також важливою задачею.

Вирішенню всіх цих актуальних питань як раз і присвячена ця магістерська кваліфікаційна робота, метою якої є опис підсистеми TCAP та аналіз методики реалізації сценаріїв тестування підсистеми TCAP ЗКС №7 в процесі надання сучасних інфокомунікаційних послуг на платформі IN.

1 УЗАГАЛЬНЕНА СТРУКТУРА І КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗКС №7

1.1 Загальні визначення, компоненти і особливості функціонування ЗКС №7

Як було зазначено у вступі, система ЗКС №7 відповідає сучасним та перспективним вимогам на щодо здійснення передачі сигнальної інформації у разі взаємодії управляючих пристроїв для встановлення зв'язку в телефонних мережах загального користування (ТМЗК), цифрових мережах з інтеграцією служб (Integrated Service Digital Network, ISDN), IN, в мережах передачі даних з комутацією каналів, в стільникових МРЗ, при зв’язку з мережними БД і з пунктами управління IN. Також вона може використовуватися як транспортна система для інших видів інформації, що передаються між станціями та спеціалізованими центрами обслуговування мереж зв'язку [3].

Система ЗКС №7 використовує метод сигналізації згідно з яким по одному загальному сигнальному каналу, за рахунок використання адресації повідомлень, передається сигнальна інформація, що відноситься до багатьох розмовних каналів або передається загальна мережна інформація, наприклад, команди управління мережею. Обмін сигнальною інформацією не залежить від стану інформаційних каналів і відбувається по цифровим каналам із швидкістю 64 Кбіт/с. В мережі ЗКС №7 використовується режим передачі даних з комутацією пакетів змінної довжини. За рахунок використання спеціальних механізмів по виявленню та виправленню помилок забезпечується висока вірність передачі сигналів [3].

Мережа зв’язку, що використовує ЗКС №7, складається з великої кількості вузлів комутації, що зв'язані між собою цифровими каналами сигналізації. У кожний з цих вузлів має бути вбудований так званий сигнальний термінал, що являє собою програмно-апаратний модуль завдяки якому вузол комутації може виконувати функції пункту сигналізації (Signalling Point, SP), який забезпечує формування, передачу та інтерпретацію сигнальних повідомлень. Пункти сигналізації бувають двох типів: кінцеві (Signalling End Points, SEP) і транзитні (Signalling Transfer Points, STP). Кінцеві SP, в залежності від напрямку передачі сигнального повідомлення, можуть функціонувати як вихідні пункти сигналізації (Originating Signalling Points,), або як пункти призначення (Destination Signalling Point, DSP). OSP – це пункт сигналізації, який генерує сигнальне повідомлення, а

DSP відповідно це пункт сигналізації, якому призначено повідомлення. Пункти STP на відміну від SEP, здійснюють перенос прийнятих повідомлень із вхідної сигнальної ланки (Signaling Link, SL) у вихідну, при цьому сигнальне повідомлення не направляється на обробку до підсистеми-користувача. Пункти сигналізації можуть бути або інтегровані у обладнання комутаційних станцій базової мережі зв'язку, або реалізовані на базі виділеного обладнання. Для ідентифікації кожному SP в мережі ЗКС №7 присвоюється унікальний номер, що має назву коду пункту сигналізації (Signalling Point Code, SPC) [4, 5].

Всі SP між собою зв'язані цифровими двонаправленими каналами, які використовуються у якості середовища передачі сигнальної інформації і які називаються ланками передачі даних. Ланки передачі даних та сигнальний термінал у сукупності складають ланку сигналізації (SL). Фізично SL утворюється із термінального обладнання і будь-якої системи передачі (наприклад, один часовий інтервал систем ІКМ). Якщо між двома SP використовуються декілька SL, то кажуть що між цими пунктами сформований пучок ланок сигналізації (Signaling Link Set, SLS). Зазначимо, що сукупність SL, які мають ідентичні характеристики, в одному пучку називається групою сильних ланок [2, 4].

Два SP називаються суміжними (Adjacent Signalling Point, ASP), якщо вони з’єднані SL, і несуміжними (Non Adjacent Signalling Point, NASP) – в інших випадках. Також існує поняття сигнальних відносин (Signaling Relation) між пунктами сигналізації. Зокрема два SP знаходяться в сигнальних відносинах, якщо між ними протікає процес ЗКС №7 по обслуговуванню викликів базової мережі зв’язку, наприклад, процеси в ТМЗК і ISDN, що реалізують процедури встановлення та роз’єднання комутаційних з’єднань [2].

Відношення шляху передачі сигнальних повідомлень по мережі сигналізації до шляху передачі інформації користувача (мови або даних) з базової мережі зв'язку з мережної точки зору визначає режим передачі сигнальної інформації або режим сигналізації. Розрізняють два режими сигналізації: зв'язний (Associated Mode of Signalling, ASM) і квазізв'язний (Quasi-Associated Mode of Signalling, QASM) [2].

Відповідно до режиму ASM для кожного сигнального відношення є єдиний маршрут, який збігається з маршрутом передачі інформаційних повідомлень. При цьому топологія сигнальної мережі повністю повторює топологію мережі зв'язку, що обслуговується, оскільки кожен пучок ЗЛ, що зв'язує дві станції, супроводжує пучок ЗКС. Подібна мережа сигналізації складається тільки з кінцевих пунктів та пучків ЗКС, що їх з'єднують [2, 5].

Відповідно до режиму QASM сигнальні повідомлення, що належать одному і тому ж сигнальному відношенню, задіюють на своєму шляху SP з функціями STP, при цьому шляхи передачі інформації користувача і сигнальних повідомлень не збігаються. Іншими словами, у разі квазізв'язного режиму на відміну від ASM при передачі сигнальної інформації використовуються кілька послідовних пучків SL [2, 5].

Тобто можна бачити, що для сигнальних відношень вихідний пункт сигналізації є джерелом, а пункт призначення – адресатом (стоком) сигнального навантаження. Із цього зауваження випливає доповнення до введеного вище поняття STP, якими є пункти мережі сигналізації, що приймають сигнальні повідомлення по одному пучку SL і передають їх далі по іншому пучку без обробки вмісту. Отже, у разі QASM сигнальні повідомлення передаються від OSP до DSP через один або більше транзитних SP, а у разі ASM транзитні пункти сигналізації не задіюються [2].

Таким чином, із визначень і опису режимів ASM і QASM видно, що сигнальне відношення може здійснюватися безпосередньо або між кінцевими пунктами сигналізації, або через один або декілька транзитних пунктів. Конкретна реалізація сигнального відношення в мережі визначає сигнальний маршрут (Signalling Rout, SR). Тобто, сигнальний маршрут – це заздалегідь встановлений шлях по мережі сигналізації від вихідного пункту до пункту призначення, що складається з транзитних пунктів сигналізації, послідовно з’єднаних пучками SL. Сукупність усіх маршрутів між OSP і DSP називається множиною, або пучком сигнальних маршрутів (Signaling Route Set, SRS). Маршрути, які використовуються в нормальних умовах функціонування мережі, будемо називати основними, а маршрути, які використовуються в випадках відмов або перевантажень, альтернативними [2, 5].

Для забезпечення надійності канали сигналізації мають бути дубльованими за принципом *n+1* і в нормальних умовах працювати в режимі розділення сигнального навантаження. Процес розподілу сигнальних повідомлень у разі маршрутизації по двом і більше SL з метою рівномірного завантаження ресурсів мережі сигналізації і для забезпечення надійності її функціонування називається розділення сигнального навантаження. Зокрема у разі пошкодження одного з сигнальних каналів, інші, в тому числі і резервний, беруть на себе обслуговування всього навантаження [2].

1.2 Узагальнене структурне подання системи ЗКС №7 і її концептуальна модель

Структура ЗКС №7 реалізована так, що вся безліч функцій системи представлена у вигляді сукупності функціональних блоків, які називаються підсистемами, та які певним чином взаємодіють між собою та підтримують один одного (рис. 1.1) [2].

Рисунок 1.1 – Узагальнене структурне подання системи ЗКС №7

Із рис. 1.1 можна бачити, що основними функціональними блоками системи ЗКС №7 є підсистеми MTP і користувача (User Part, UP).

Підсистема MTP є загальною транспортною системою для всіх типів підсистем користувача ЗКС №7 і призначена для надійної передачі сигнальних повідомлень, являючись повністю незалежною від їх змісту. Це означає, що сигнальні повідомлення передаються без помилок (всі спотворені повідомлення повинні бути виправлені до того, як вони попадуть в приймаючу підсистему користувача), в правильній послідовності, без втрат і дублювання [2].

Підсистема UP – це функціональні блоки, де можуть генеруватися та оброблятися сигнальні повідомлення. Кожен з цих блоків містить процедури та функції, що визначені для кожного типу застосування ЗКС №7. Підсистема UP використовує MTP в якості транспортної системи для передачі сигнальних повідомлень до інших підсистем користувача. Слід зазначити, що в даному контексті «користувач» означає будь-який функціональний об’єкт, в якому використовуються транспортні можливості підсистеми MTP [2].

У фундаментальному сенсі будова ЗКС №7 відповідає принципам, що визначені моделлю ЕМВВС. Однак, треба звернути увагу на те, що рівні моделі ЗКС №7 не повністю співпадають з рівнями ЕМВВС. Зокрема ЕМВВС складається із сімох рівнів, а модель ЗКС №7 – з чотирьох рівнів, але функції, які виконуються цими чотирма рівнями, певним чином співвідносяться з функціями рівнів ЕМВВС. Також потрібно зазначити, що деякі з рівнів, які входять в семирівневу модель, не є потрібними в моделі системи ЗКС №7 і тому в ній не визначені. Відповідність цих двох концептуальних моделей показана на рис. 1.2 [4].

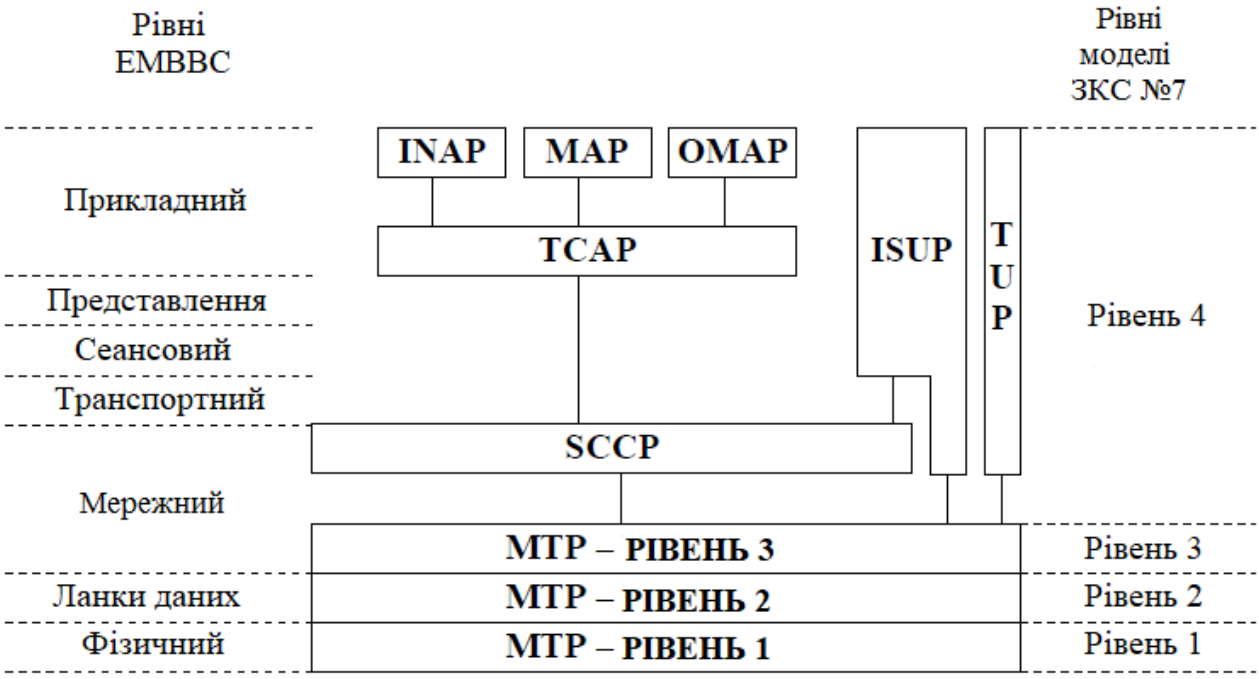

Рисунок 1.2 – Концептуальна модель ЗКС №7 у відповідності з рівнями ЕМВВС

Можна бачити, що три рівня в нижній частині моделі ЗКС №7 формують підсистему MTP, яка є загальною для всіх підсистем користувача в одному SP.

Рівень 1 (MTP 1) здійснює підтримку функцій ланки передачі даних. Він визначає фізичні, електричні та функціональні характеристики каналу передачі даних для ланки даних сигналізації (Signaling Data Link, SDL). Більш високі рівні не залежать від прийнятої системи передачі [1].

Рівень 2 (MTP 2) здійснює підтримку функцій сигнальної ланки. Він визначає функції і процедури, які відносяться до передачі сигнальних повідомлень по ланці сигналізації. Сигнальне повідомлення, що надходить від верхніх рівнів, проходить по SL у вигляді сигнальних одиниць змінної довжини. Функціями

сигнальної ланки є поділ сигнальних повідомлень на сигнальні одиниці, виявлення та виправлення помилок в сигнальних одиницях, тощо. [1, 3].

Рівень 3 (MTP 3) здійснює підтримку функцій мережі. Він визначає функції та процедури передачі, що є загальними для різноманітних типів ланок сигналізації і незалежними від роботи кожної з них. Процедури MTP 3 забезпечують надійну передачу сигнальної інформації від одного вузла комутації до іншого навіть у випадку відмов на 1-му і 2-му рівнях. MTP 3 забезпечує управління SL і включає функції обробки сигнальних повідомлень для їх маршрутизації в мережі сигналізації, а також функції управління самою мережею сигналізації. [1, 3]

Рівень 4 здійснює підтримку функцій підсистем користувача, низка яких входить до його складу. Кожна UP визначає функції і процедури сигналізації, які є характерними для визначеного типу користувача системи. Набір функцій кожної UP, що входить до цього рівня, може значно відрізнятися для різних категорій користувачів системи ЗКС №7. Основними підсистемами користувача системи сигналізації є наступні [4]:

- підсистема управління з'єднанням сигналізації (SCCP) – доповнює функціональні можливості підсистеми MTP та надає послуги мережі, що є орієнтованими або не орієнтованими на встановлення з'єднання для передачі сигнальної інформації, яка відноситься або не відноситься до розмовних каналів;

- підсистема користувачів ISDN (Integrated Service User Part, ISUP) – підтримує всі додаткові послуги ISDN у цифровій мережі та основне телефонне з'єднання;

- підсистема користувачів телефонії (Telephone User Part, TUP) – підтримує необхідні функції та процедури ЗКС №7 в телефонній мережі;

- прикладна підсистема забезпечення можливостей транзакцій (TCAP) – сумісно з SCCP та MTP підтримує передачу через мережу інформації, яка не має відношення до розмовного каналу;

- прикладна підсистема користувачів рухомого зв'язку стандарту GSM (MAP) – підтримує необхідні функції та процедури ЗКС №7 в стільниковій мережі, що працює за стандартом GSM;

- прикладна підсистема експлуатації, технічного обслуговування та адміністративного управління (OMAP) – підтримує необхідні функції та процедури ЗКС №7 в мережі управління і технічної експлуатації;

- прикладна підсистема користувача інтелектуальної мережі (INAP) – підтримує необхідні функції та процедури ЗКС №7 в IN.

Два перших рівня концептуальної моделі ЗКС №7 забезпечують обмін сигнальною інформацією між двома суміжними SP, а їх функції цілком співпадають з функціями фізичного рівня та рівня ланки даних моделі EMBBC. Проте реалізований в підсистемі MTP третій, мережний рівень, містить не всі функції відповідного мережного рівня EMBBC. Для підтримки нових послуг (в тому числі, послуг IN і мобільного зв'язку) та для реалізації відсутніх функцій мережного рівня в модель ЗКС №7 введена підсистема управління сигнальними з'єднаннями SCCP. Підсистеми MTP і SCCP сумісно утворюють підсистему мережних послуг (Network Service Part, NSP). Підсистема SCCP, за рахунок використання послуг MTP, організує в мережі ЗКС №7 віртуальні з'єднання і може надавати мережні послуги, як орієнтовані на такі з'єднання, так і ті, що не потребують їх створення [4].

Можливості MTP в області адресації є обмеженими, тому що ця підсистема може направляти повідомлення тільки в ті логічні точки пункту сигналізації, адреси яких вказані в чотирьохбітовому полі індикатора служби октету (Service Information Octet, SIO). Таким чином, в межах конкретного пункту сигналізації MTP має можливість розподіляти повідомлення до будь-якого із максимум 16-ти користувачів, що в вочевидь недостатньо [4].

Підсистема SCCP має у своєму розпорядженні більш широкі можливості, в рамках яких розглядає всіх своїх локальних користувачів як підсистеми (звернення до яких відбувається шляхом використання їх номерів) та застосовує у разі адресації повідомлень сукупність коду пункту призначення з відповідним номером підсистеми. Для ідентифікації конкретної адреси може забезпечуватися обчислення SPC і номера підсистеми із так званої глобальної адреси (Global Title, GT), у якій може бути прописаний телефонний (або ISDN-номер), номер терміналу мережі передачі даних або номер будь-якої іншої спеціалізованої мережі [4].

У доповнення до розширених можливостей адресації підсистема SCCP надає чотири різних за надійністю класи обслуговування (так звані режими доставки повідомлень), що можуть бути затребувані підсистемою, яка знаходиться вище.

Зазначимо, що в системі сигналізації ЗКС №7 поки не специфіковані підсистеми, які надають послуги, що орієнтовані на встановлення зв'язків. Це є причиною того, що транспортний рівень та рівні сеансів і подання даних у тому вигляді, в якому вони визначені в EMBBC, в концептуальній моделі ЗКС №7 відсутні [4].

1.3 Особливості обміну сигнальними повідомленнями та загальні принципи передачі сигнальної інформації в ЗКС №7

Сигнальне повідомлення являє собою складову із сукупності всієї сигнальної інформації, що передається як єдине ціле, та відноситься до виклику, процедури управління, та ін. На рис. 1.3 показаний приклад обміну сигнальними повідомленнями між двома пунктами сигналізації у процесі встановлення і роз'єднання типового телефонного з'єднання [2].

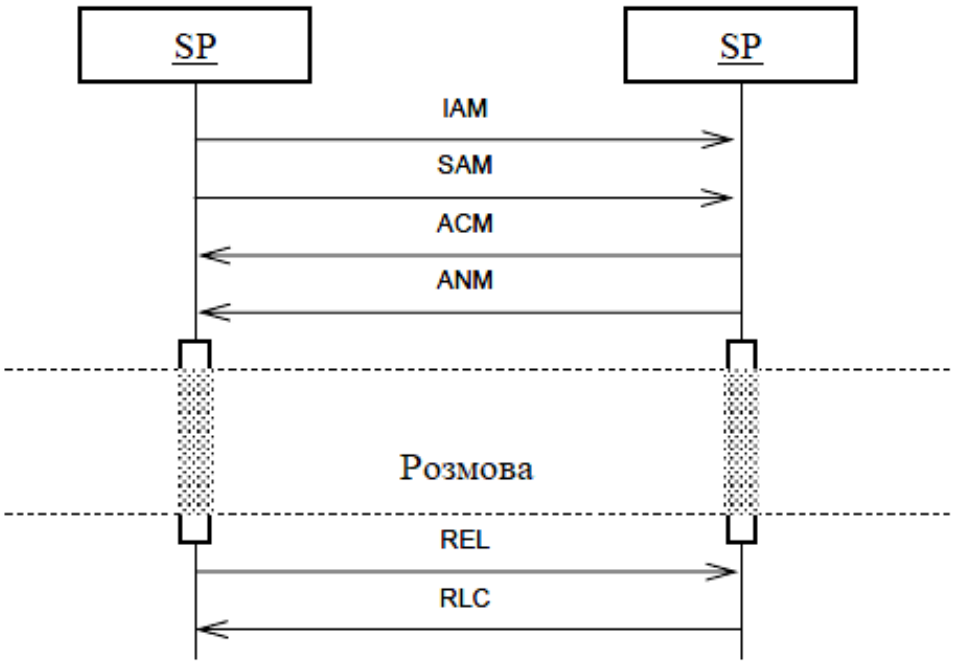

Рисунок 1.3 – Діаграма встановлення та роз'єднання типового телефонного з'єднання

Для встановлення такого телефонного з'єднання по мережі ЗКС №7 в прямому напрямі передається початкове адресне повідомлення (Initial Address Message, IAM), яке виконує наступні функції: ініціації зайняття вихідного каналу, передачі адреси абонента, що викликається, та інші, що пов'язані з обробкою виклику. Для передачі додаткової інформації від сторони, що викликає, після повідомлення IAM у разі необхідності може також передаватися наступне адресне повідомлення (Subsequent Address Message, SAM). Після цього у зворотному напрямі передається повідомлення про завершення прийому адресної інформації (Address Complete Message, ACM), у якому міститься інформація про статус абонента, що викликається (наприклад, «абонент вільний», «абонент розмовляє»,

тощо). Далі передається повідомлення відповіді абонента, що викликається (Answer Message, ANM), яке сигналізує про початок нарахування оплати. Після цього проключається розмовний тракт та відбувається розмова або обмін даними між двома абонентами. Розрив з'єднання абонентів здійснюється шляхом відправлення в прямому напрямі повідомлення про завершення виклику (Release, REL) та подальшого підтвердження завершення виклику, що здійснюється передачею у зворотному напрямі повідомлення про роз'єднання (Release Complete, RLC) [2].

Сигнальна інформація в системі ЗКС №7 просувається в вигляді пакетів даних, що мають змінну довжину та називаються сигнальними одиницями (Signal Unit, SU). Тобто фактично ЗКС №7 є системою передачі даних, що працює у режимі комутації пакетів. Існує три типи сигнальних одиниць, формати яких наведені на рис. 1.4 [2].

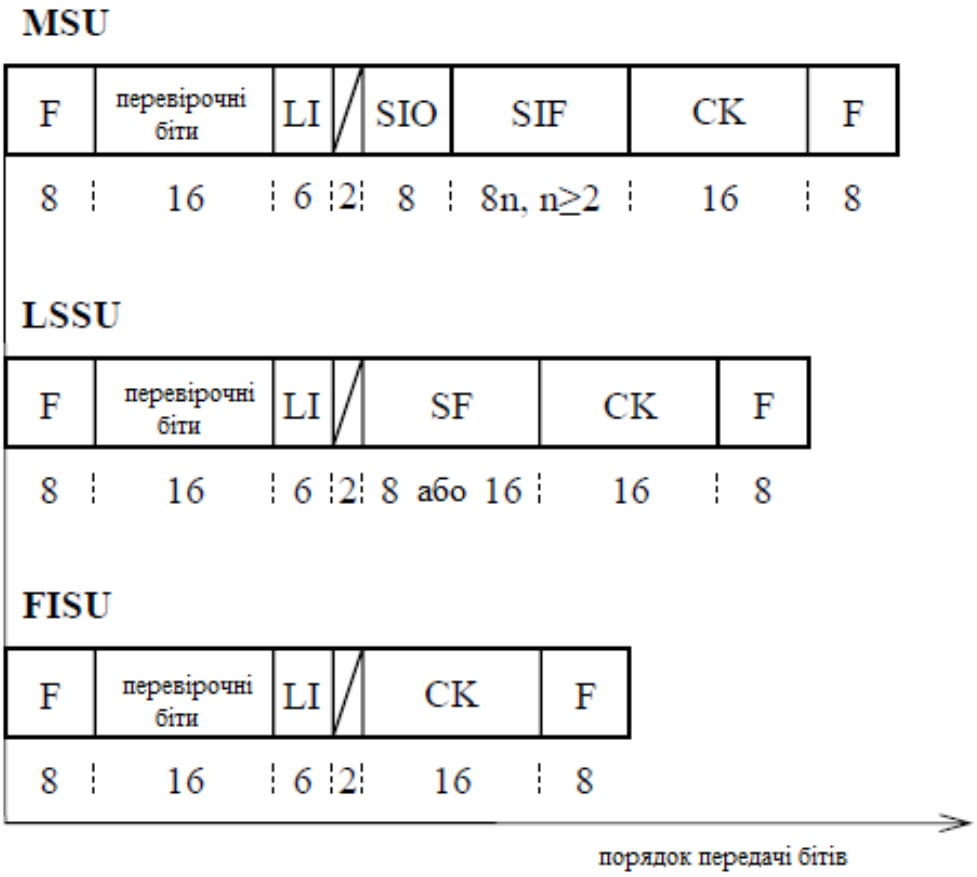

Рисунок 1.4 – Типи сигнальних одиниць та їх протокольні формати

Зокрема на рис. 1.4 показані: значуща сигнальна одиниця (Message Signal Unit, MSU), в складі якої передаються сигнальні повідомлення; сигнальна

одиниця стану ланки (Link Status Signal Unit, LSSU), яка використовується для управлінням станом SL; заповнююча сигнальна одиниця (Fill In Signal Unit, FISU), що застосовується для передачі позитивних і негативних підтверджень за відсутності інших типів сигнальних одиниць [2].

На рис. 1.5 наведений загальний принцип формування полів MSU згідно із рекомендацією ITU-T Q.703 [2].

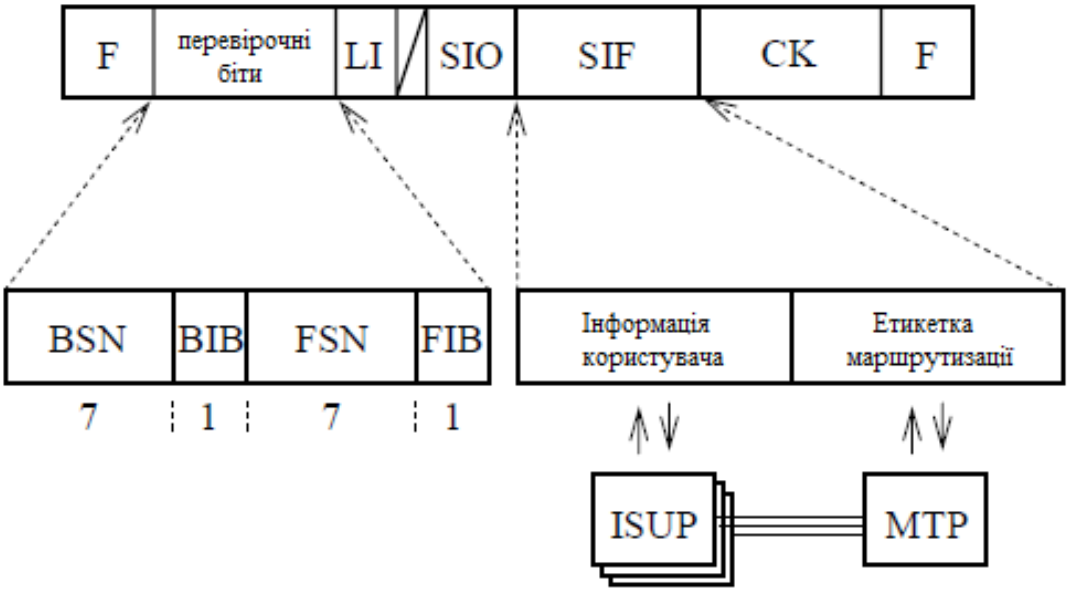

Рисунок 1.5 – Загальний принцип формування MSU

Формат MSU складається з наступних полів [2]:

- F (Flag) – прапор. Це поле позначає початок SU та має постійну довжину. Прапор, що відкриває одну сигнальну одиницю, є закриваючим прапором іншої;

- CK (Check Bits) – перевірочні біти. Це поле застосовується для виявлення помилок передачі і також має постійну довжину;

- SIF (Signaling Information Field) – поле сигнальної інформації, що містить інформацію, яка надана підсистемою користувача для передачі. Це поле має змінну довжину і містить ціле число байт (не менше 2 та не більше 72) та так звану «етикетку маршрутизації», яка використовується для маршрутизації повідомлень в мережі сигналізації на рівні підсистеми передачі повідомлень;

- SIO (Signaling Information Octet) – байт сигнальної інформації, який вказує на те, що сигнальна інформація належить конкретній підсистемі користувача;

- LI (Length Indicator) – індикатор довжини. Це поле визначає довжину сигнальної одиниці (кількість байт, що йдуть за індикатором довжини і передують

полю СК) та має постійну довжину. Індикатор однозначно ідентифікує тип SU за наступними значеннями: LI = 0 відповідає FISU, LI=1 або 2 відповідає LSSU, LI>2 відповідає MSU;

- FIB (Forward Indicator Bit) – прямий біт-індикатор. Він призначений для підтвердження правильності прийому і контролю передачі сигнальних одиниць в потрібній послідовності;

- FSN (Forward Sequence Number) – прямий порядковий номер. Це поле містить номер MSU, що передається, і здійснює контроль їх послідовності. Значення поля FSN нової MSU утворюється збільшенням по модулю 128 останнього присвоєного значення FSN на одиницю. Присвоєний таким чином номер FSN однозначно ідентифікує MSU і зберігається за нею до тих пір, поки вона не буде прийнята без помилки і в правильній послідовності приймальною частиною SL;

- BIB (Backward Indicator Bit) – зворотній біт-індикатор, який використовується з аналогічною метою, що є для поля FIB;

- BSN (Backward Sequence Number) – зворотній порядковий номер, де міститься номер сигнальної одиниці, яку потрібно підтвердити;

Потрібно звернути увагу на те, що значення полів FIB, FSN, BIB та BSN застосовується в специфікованих рекомендаціями ITU-T методах захисту від помилок у разі їх виявлення для здійснення повторних передач [2].

Із вищевикладеного можна бачити, що система ЗКС №7 знаходить застосування в різних мережах зв'язку і на цей час є найбільш універсальною та ефективною системою сигналізації. Її концептуальна модель реалізована у відповідності до архітектури EMBBC, але рівні моделі ЗКС №7 не є ідентичними рівням семирівневої моделі BBC.

Три нижні рівні ЗКС №7 утворюють підсистему MTP, яка відповідає за формування і передачу SU по мережі, і реалізують функції фізичного рівня, рівня ланки даних і частково мережного рівня моделі EMBBC. Для виконання усіх функцій мережного рівня на четвертому рівні концептуальної моделі ЗКС №7 реалізована підсистема SCCP. Також на цьому рівні визначені функції і процедури для різних підсистем користувача, таких як ISUP, TUP, TCAP, INAP, MAP, MUP, HUP, OMAP.

Основними елементами сигнальної мережі ЗКС №7 є пункти сигналізації та транзитні пункти сигналізації, а для її побудови застосовуються два варіанта на основі зв’язного і квазізв’язного режимів сигналізації.

2 АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ПІДСИСТЕМИ ТСАР, ЇЇ КОМПОНЕНТИ І СТРУКТУРА ПОВІДОМЛЕНЬ

2.1 Особливості ТСАР, її структура та інформаційні елементи

Усі прикладні підсистеми у системі ЗКС №7 використовують загальну частину, яка дозволяє забезпечити інтерфейс із підсистемою SCCP. З цією метою застосовується прикладна підсистема забезпечення можливостей транзакцій (ТСАР). Можливості транзакцій (Transaction Capabilities, TC) підсистеми ТСАР надають функції і протоколи для великої кількості додатків, що використовуються станціями і спеціалізованими центрами в мережах електрозв'язку у разі обміну даними ланками сигналізації без створення з'єднань інформаційних каналів. Основним призначенням ТС є надання засобів передачі інформації між вузлами та надання основних послуг додаткам, незалежно від виду вузлів і додатків. ТС застосовуються для використання між: станціями; станцією та центром мережевої служби (наприклад, база даних, спеціалізоване обладнання, центр підсистеми експлуатації та техобслуговування); центрами мережевої служби [1, 3].

Наступні застосування є користувачами ТСАР [3]:

- передача повідомлень про місцезнаходження мобільного користувача в регістр домашнього користувача в стільникових мережах (для реалізації роумінгу);
- реєстрація, активація та виклик додаткових послуг, включаючи використання спеціалізованого обладнання (наприклад, у разі надання послуг телефонного обслуговування за кредитною карткою в інтелектуальній мережі);
- обмін сигнальною інформацією, що не пов'язана з комутованим інформаційним каналом (наприклад, закрита група користувачів, процедура перезамовлення);
- процедури техобслуговування та експлуатації (наприклад, управління віддаленою станцією) та ін.

Всі застосування ТСАР можна поділити на дві категорії [1, 3]:

- ті, що працюють в режимі реального часу, при цьому послуги ТСАР (або ТС-послуги) базуються на мережних службах, що не орієнтовані на з'єднання – в цьому випадку обсяг даних відносно малий;

- ті, що не працюють у режимі реального часу, при цьому ТС-послуги базуються на мережних службах, що орієнтовані на з'єднання – в цьому випадку обсяг інформації може бути дуже великим.

Для опису підсистеми TCAP використовуються наступні терміни та визначення [3]:

- ТС-користувач – прикладний процес, що використовує TCAP як протокол зв'язку з мережею;

- транзакція – зв'язок між двома TCAP для реалізації передачі даних ТС-користувачів;

- операція – запит ТС-користувачем дії, яка має бути виконаною на віддаленому кінці;

- компонент – одиниця даних протоколу для обміну між двома ТС-користувачами;

- діалог – зв'язок, що встановлюється між ТС-користувачами для обміну компонентами;

- ТС-примітив – примітив обміну між TCAP і ТС-користувачем;

- ідентифікатор ID компонента – символ або група символів для аутентифікації або позначення компонента.

На рис. 2.1 показані основні інформаційні елементи, що використовуються в процесі функціонування підсистеми TCAP у разі обміну даними між двома користувачами можливостей транзакцій [3].

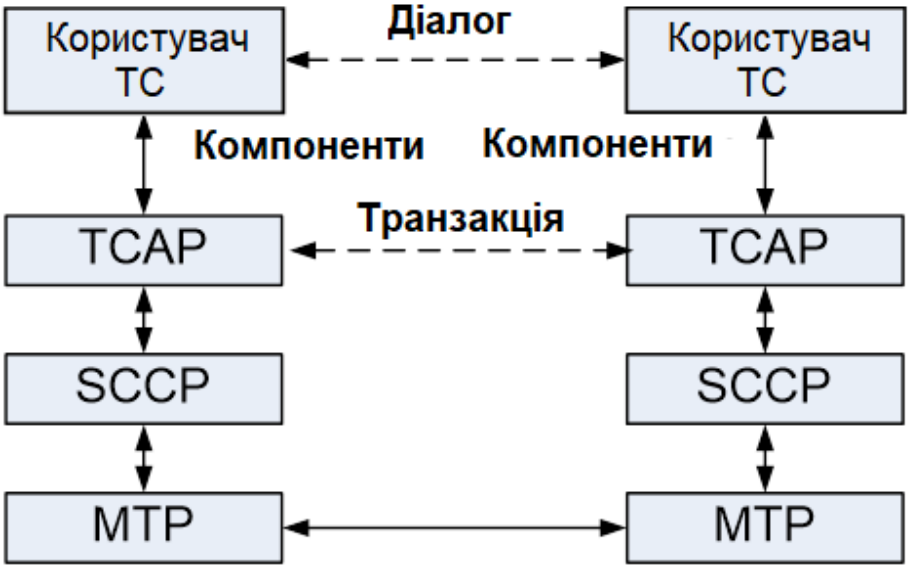

Рисунок 2.1 – Інформаційні елементи TCAP

Структурно підсистема TCAP організується на основі двох підрівнів: підрівня компонентів (Component Sub-Level, CSL) і підрівня транзакції (Transaction Sub-Level, TSL) (рис 2.2) [3].

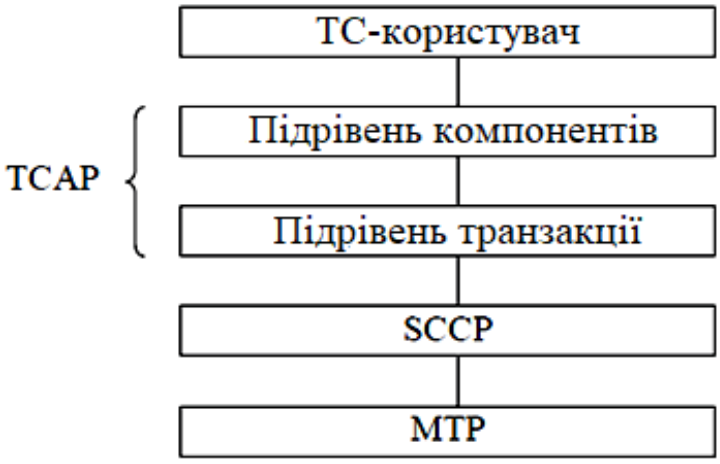

Рисунок 2.2 – Структурна організація підсистеми TCAP

Підрівень компонентів забезпечує здійснення операцій, тобто прийом і передачу запитів від користувача і до користувача ТС. CSL має справу з індивідуальними діями або з даними, що називаються компонентами і виконує дві функції – обробку діалогу і обробку компонентів. Ці функції реалізуються шляхом обміну відповідними примітивами [3].

Підрівень транзакцій забезпечує можливість передачі інформації між двома підсистемами TCAP на віддалених кінцях. Підрівень транзакцій має справу з обміном повідомленнями, що містять компоненти між двома ТС-користувачами у разі реалізації діалогу. До кожного діалогу встановлюється окрема транзакція [3].

Зазначимо, що підсистема TCAP надає користувачам послуги, які гуртуються на не орієнтованій на з'єднання мережній службі. У цьому випадку TCAP реалізує інтерфейс безпосередньо з SCCP, як це показано на рис. 2.2. Слід зазначити, що передача повідомлень TCAP використовує режим SCCP «без встановлення з'єднань». Коли повинні передаватися великі обсяги даних, використовуючи один з класів SCCP із встановленням логічного з'єднання використовується підсистема проміжного обслуговування (Intermediate Service Part, ISP) [3].

2.2 Підрівень CSL підсистеми TCAP та компоненти, що забезпечують його функціонування

Обмін інформацією між ТС-користувачами відбувається за допомогою прийому і передачі компонентів. Компонент являє собою блок даних, що містить запит на виконання якої-небудь операції чи відповідь на цей запит. Компонент, що зв'язаний з викликом певної операції, забезпечується ідентифікатором ID виклику. Операція являє собою дію, яка повинна виконуватися на віддаленому кінці. Тільки одна відповідь може бути надіслана на запит даної операції. Відповідь, як правило, несе інформацію про успішне чи неуспішне виконання операції. Послідовність компонентів, якими обмінюються між собою два ТС-користувача у разі виконання однієї програми, формує діалог. Існують компоненти наступних п’яти типів [1]:

- INVOKE – виклик операції – виконує запит на виконання зустрічною стороною певної операції або може бути зв’язаний з іншим запитом, що був раніше надісланий зустрічною стороною. Кожен компонент містить ідентифікатор виклику, щоб можна було однозначно закріпити різні компоненти за операцією або діалогом. Також може містити примикаючий ідентифікатор, який дозволяє визначити зв'язок між різними діалогами;
- RETURN RESULT NOT LAST – це частина даних з інформацією про результат виконання операції – є результатом діалогу, що був відкритий компонентом INVOKE;
- RETURN RESULT LAST – це остання або єдина частина даних з інформацією про результат виконання операції – свідчить про успішне завершення операції;
- RETURN ERROR – повернення помилки – інформує про те, що операцію не було успішно завершено;
- REJECT – це відмова у прийомі до обробки компонента, що надійшов від зустрічної сторони – містить інформацію про причини, що його викликали: відсутність потрібних для виконання операції ресурсів, наявність тієї або іншої помилки в компоненті, що надійшов (компонент невідомого типу, компонент з нестандартною структурою або зі структурою, що не відповідає проголошеному типу компонента, компонент з неприпустимим ідентифікатором звернення або з ідентифікатором звернення, що був використаний для іншої операції, компонент з

невідомим кодом операції, компонент, який містить параметр невідповідного типу, тощо).

Як було вище зазначено, функції обробки компонентів і обробки діалогу виконує підрівень компонентів підсистеми TCAP (рис. 2.2). Підрівень компонентів забезпечує діалог між ТС-користувачами у двох можливих варіантах організації діалогу: структурованому і неструктурованому [3, 6].

У разі організації структурованого діалогу передбачається передача декількох різних потоків компонент між двома користувачами. ТС-користувач вказує початок, продовження і завершення діалогу. Використання структурованого діалогу дозволяє двом ТС-користувачам вести одночасно кілька діалогів, кожен з яких ідентифікується особливим ідентифікатором діалогу (ID-діалогу). У кожному ID-діалозі є виділений іменний простір для ID-викликів, що дозволяє їх дублювати в різних діалогах, тобто цей параметр визначає, яка компонента належить до того чи іншого діалогу. Структурований діалог передбачається двостороннім, тобто можливо здійснювати двосторонній обмін компонентами [3, 6].

Неструктурований діалог використовується в тому випадку, якщо операцію, що виконується, немає необхідності підтверджувати. У разі організації такого діалогу ТС-користувачі надсилають компоненти, які не вимагають підтвердження для формування однозначного взаємозв'язку між ними. Якщо один ТС-користувач надсилає односпрямоване повідомлення іншому такому ж учаснику, то це говорить про використання неструктурованого діалогу. Неструктурований діалог вважається закінченим, коли всі компоненти даних передані [3, 6].

Підрівень компонентів забезпечує взаємозв'язок запитів і відповідей. Всі операції, що запитуються підрівнем компонентів, можна розділити на чотири класи, у відповідності з рівнем відповіді, що очікується по завершенню операції [3].

Клас 1 – підтвердження як успішного, так і неуспішного завершення операції. Прикладом такого роду операції є випадок, коли АТС надсилає запит віддаленій базі даних (БД) перетворити телефонний номер в дані маршрутизації. В цьому випадку БД зобов'язана надіслати назад на АТС повідомлення про успішне завершення операції із зазначенням перерахованого номеру в якості результату, або, у разі невдалого завершення операції, із зазначенням причини відмови [3].

Клас 2 – підтверджується тільки неуспішне завершення операції. Використовується у разі, наприклад, необхідності проведення тестування якоїсь

функції, і відповідь потрібна тільки у випадку, коли є у наявності несправності, що перешкоджають завершенню тесту [3].

Клас 3 – підтверджується тільки успішне завершення операції. Використовується у разі, коли підозрюється збій та можливим результатом операції може буте відмова. Вважається, що операція була неуспішна, якщо не було отримано повідомлення про успішний результат [3].

Клас 4 – не підтверджується як успішне, так і неуспішне завершення операції. Тобто якщо вузлом посилається попередження про деяку подію кільком іншим вузлам, то відповідь або підтвердження не потрібні [3].

Відповіді на операцію складаються з одного або більше компонентів. У разі необхідності ТС-користувач забезпечує сегментування успішного результату. Крім того, будь-яке число зв'язаних операцій може бути надіслане до останнього компонента відповіді. Останнім компонентом може бути [3]:

– повернення результату, який вказує на успішне завершення;

– повернення помилки, яка вказує на відхилення операції;

– відхилення, що вказує на синтаксичну помилку.

Всі компоненти, крім компонента відхилення, можуть бути відхилені. Відхилення відповіді викликає припинення відповідної операції; відхилення зв'язаної операції не впливає на породжуючу операцію. ТС-користувач може перервати операцію, яку він викликав. Згодом на цю процедуру не буде прийматися відповідь [3].

2.3 Підрівень TSL підсистеми TCAP та компоненти, що забезпечують його функціонування

Підрівень транзакцій забезпечує можливість обміну компонентами між користувачами підрівня транзакції (Transaction Part, TP), що називаються TP-користувачами. Також TSL забезпечує можливість пересилання транзакційних повідомлень (TP-повідомлень) між учасниками TP-рівня за допомогою послуг, які надаються нижнім рівнем мережних служб (підсистема SCCP). Послідовність TP-повідомлень, якими обмінюються між собою два TP-користувача при виконанні однієї програми, утворює діалог. Єдиний TP-користувач, що є видимим для TSL – це підрівень компонентів [1, 3].

Підрівень TSL, також як і підрівень CSL, надає можливість організації структурованого та неструктурованого діалогу [3]:

- у разі організації неструктурованого діалогу немає однозначної ініціації або припинення діалогу. ТР-користувачеві надається можливість надіслати віддаленому ТР-користувачу один або декілька компонентів, які не очікують відповіді та згруповані в односпрямоване повідомлення;

- у разі структурованого діалогу ТР-користувачеві дозволяється почати діалог, обмінятися компонентами в цьому діалозі, закінчити або перервати його.

Забезпечуються наступні можливості структурованого діалогу для ТР-користувача [3]:

- початок транзакції – дозволяється пересилання інформації ТР-користувача кінцевому ТР-користувачеві. У відповідь на початок транзакції ТР-користувач призначення може або продовжити транзакцію, або закінчити її;

- продовження транзакції – дозволяє реалізувати повнодуплексний обмін повідомленнями між ТР-користувачами всередині транзакції;

- закінчення транзакції – припиняє обмін повідомленнями всередині транзакції. Будь-який з ТР-користувачів може прийняти рішення про закінчення транзакції.

Виділяється п'ять типів повідомлень підрівня транзакцій [6]:

- UNIDIRECTIONAL (односпрямоване) – ці повідомлення зв'язані з неструктурованим діалогом;

- BEGIN (початок) – використовується для встановлення транзакції з віддаленим одноранговим рівнем транзакцій. Може включати один або більше компонентів;

- CONTINUE (продовження) – слідує за повідомленням BEGIN для передачі додаткової інформації, що зв'язана з транзакцією. Може містити один або більше компонентів;

- END (кінець) – використовується для завершення транзакції. Існує два методи успішного закінчення транзакції: базовий і підготовчий. У разі застосування базового методу обидва ТР-користувача інформуються про закінчення транзакції. Підготовчий метод зазвичай використовують у тому випадку, коли ТР-користувачі заздалегідь домовляються про те, що кожен з них може завершити транзакцію, не інформуючи про це іншого ТР-користувача, який ухвалить таке рішення самостійно;

- ABORT (непередбачене припинення) – використовується для завершення транзакції у разі виникнення аварійної ситуації.

2.4 Примітиви TCAP

Обмін інформацією між ТС-користувачами і підсистемою TCAP здійснюється за допомогою примітивів (блоків даних). Примітивом називається абстрактне подання елемента взаємодії всередині однієї системи між групою функцій, що надає свої послуги, і групою функцій, що користується цими послугами. Від ТС-користувача надходять примітиви запиту (request), а від підсистеми TCAP – примітиви індикації (indication) (рис. 2.3) [3].

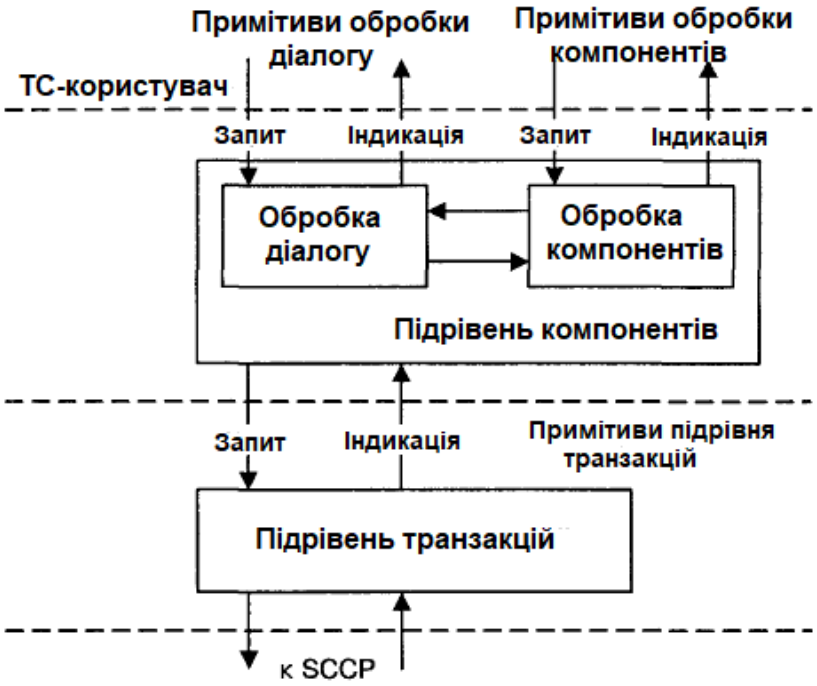

Рисунок 2.3 – Примітиви TCAP

Для обробки компонентів на їх підрівні використовуються наступні примітиви [2, 3]:

- TC-INVOKE (TC-ВИКЛИК) – визначає виклик операції, яка може бути зв'язана з іншою операцією по обробці компонентів;
- TC-RESULT-L (TC-РЕЗУЛЬТАТ) – визначає успішну операцію або останню успішну частину сегментованої процедури по обробці компонент;
- TC-RESULT-NL (TC-ПРОМІЖНИЙ РЕЗУЛЬТАТ) – визначає успішну операцію проміжної частини сегментованої процедури по обробці компонент;
- TC-U-ERROR (TC-П-ПОМИЛКА) – визначає, що сталася відмова при виконанні операції;

- TC-L-CANCEL (TC-M-ВІДМІНА) – інформує TC-користувача, що виклик операції припинено з причини перевитрати часу;

- TC-U-CANCEL (TC-П-СКАСУВАННЯ). Цей примітив викликає місцеве припинення виклику операції внаслідок рішення TC-користувача;

- TC-L-REJECT (TC-M-ВІДХИЛЕННЯ). Цей примітив інформує місцевого TC-користувача про виявлення рівнем компонентів неправильно сформованого компонента;

- TC-R-REJECT (TC-У-ВІДХИЛЕННЯ). Цей примітив інформує місцевого TC-користувача про відхилення компоненти рівнем компонентів;

- TC-U-REJECT (TC-M-ВІДХИЛЕННЯ). Цей примітив вказує на відхилення компонента з боку TC-користувача;

Примітиви TC-INVOKE, TC-RESULT-L, TC-RESULT-NL, TC-UERROR, TC-U-CANCEL мають два можливих варіанта: «запит» і «індикація». Примітиви TC-L-CANCEL, TC-L-REJECT, TC-R-REJECT мають тільки форму «індикація», а примітив TC-U-REJECT – форму «запит» [6].

Підрівень компонент включає такі примітиви для підтримки діалогу [3]:

- TC-UNI (TC-ОДНОСПРЯМОВАНІСТЬ) – запитує/вказує на неструктурований діалог;

- TC-BEGIN (TC-ПОЧАТОК) – визначає початок структурованого діалогу;

- TC-CONTINUE (TC-ПРОДОВЖЕННЯ) – визначає продовження для структурованого діалогу;

- TC-END (TC-ЗАКІНЧЕННЯ) – визначає кінець структурованого діалогу;

- TC-U-ABORT (TC-П-СКИДАННЯ) – дозволяє TC-користувачеві раптово припинити діалог без передачі будь-яких компонентів в продовження;

- TC-P-ABORT (TC-C-СКИДАННЯ) – повідомляє TC-користувачеві, що діалог був припинений постачальником служби (тобто рівнем TCAP) у відповідь на припинення транзакції TCAP. Ніякі компоненти продовження не передаються.

Призначення цих примітивів – надіслати запит або вказати доступність підрівня, що лежить нижче, у відповідності з передачею повідомлення або обробкою діалогу. Коли підрівень транзакцій використовується для підтримки діалогу, ці примітиви відображаються на TP-примітиви з тими ж родовими іменами, немов існує однозначний взаємозв'язок між діалогом і транзакцією [3, 6].

Примітиви TC-UNI, TC-BEGIN, TC-CONTINUE, TC-END, TC-UABORT мають два можливих варіанта: «запит» і «індикація». Примітив TC-P-ABORT має тільки форму «індикація» [6].

Підрівень транзакцій включає наступні примітиви [3]:

- TP -UNI (TP-ОДНОСПРЯМОВАНІСТЬ) – передача інформації про неструктурований діалог;
- TP -BEGIN (TP -ПОЧАТОК) – визначає початок транзакції;
- TP -CONTINUE (TP -ПРОДОВЖЕННЯ) – визначає продовження транзакції;
- TP -END (TP -ЗАКІНЧЕННЯ) – визначає закінчення транзакції;
- TP-U-ABORT (TP-П-СКИДАННЯ) – дозволяє TP-користувачеві раптово припинити діалог без передачі будь-яких компонентів в продовження;
- TP-P-ABORT (TP-С-СКИДАННЯ) – повідомляє TP-користувачеві про те, що діалог був припинений постачальником служби у відповідь на припинення транзакції;

Примітиви TP-UNI, TP-BEGIN, TP-CONTINUE, TP-END, TP-UABORT мають дві можливі форми подання: «запит» і «індикація». Примітив TP-P-ABORT має тільки форму «індикація» [6].

2.5 Формат інформаційного елемента і структура повідомлення TCAP

Інформація від TC-користувача надходить на підрівень CSL в формі примітивів діалогу. На підрівні TSL вона доповнюється інформацією управління транзакцією. Повідомлення транзакцій мають назви, аналогічні примітивам, тобто BEGIN, CONTINUE, END і т.ін. Інформація у повідомленні має форму інформаційних елементів. Кожен інформаційний елемент складається з трьох полів (рис. 2.4) [3, 7, 8]:

– тег (Tag) – мітка, яка відділяє один елемент від іншого і управляє інтерпретацією змісту;

– довжина (Length);

– вміст (Contents) – елемент, що містить передану інформацію.

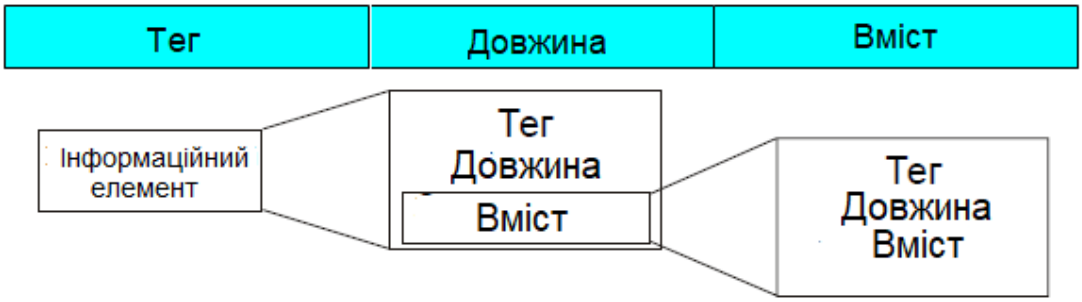

Рисунок 2.4 – Формат інформаційного елемента повідомлення TCAP

Поле «тег» є першим полем інформаційного елемента TCAP. Воно відрізняє один елемент від іншого і управляє інтерпретацією інформації, укладеної в полі «Вміст».

Довжина вмісту (ДВ) (поле «Довжина») кодується для позначення числа байтів в полі «Вміст». Теоретична межа для кодування поля довжини з використанням тільки одного байта дорівнює 255 байт [7].

Поле «Вміст» – містить інформацію, яку передає елемент. Його довжина змінна, але завжди містить ціле число байтів. Вміст інтерпретується в залежності від типу, тобто у відповідності із значенням тега. Поле «Вміст» складається з серії елементів інформації транзакції, кожен з яких відповідає загальному формату «тег, довжина, вміст». У випадку, коли більш ніж один елемент інформації знаходиться у полі «Вміст», то і він використовує ту ж саму структуру і складається з тега, довжини і вмісту [3, 7].

Повідомлення TCAP будується за принципом структурованого інформаційного елемента. Зокрема воно складається з транзакційної, діалогової та компонентної частин. При цьому компонентна і діалогова частини повідомлення TCAP є одними з інформаційних елементів транзакційної частини. Узагальнено, сформована таким чином структура повідомлення підсистеми TCAP наведена на рис. 2.5 [2, 3].

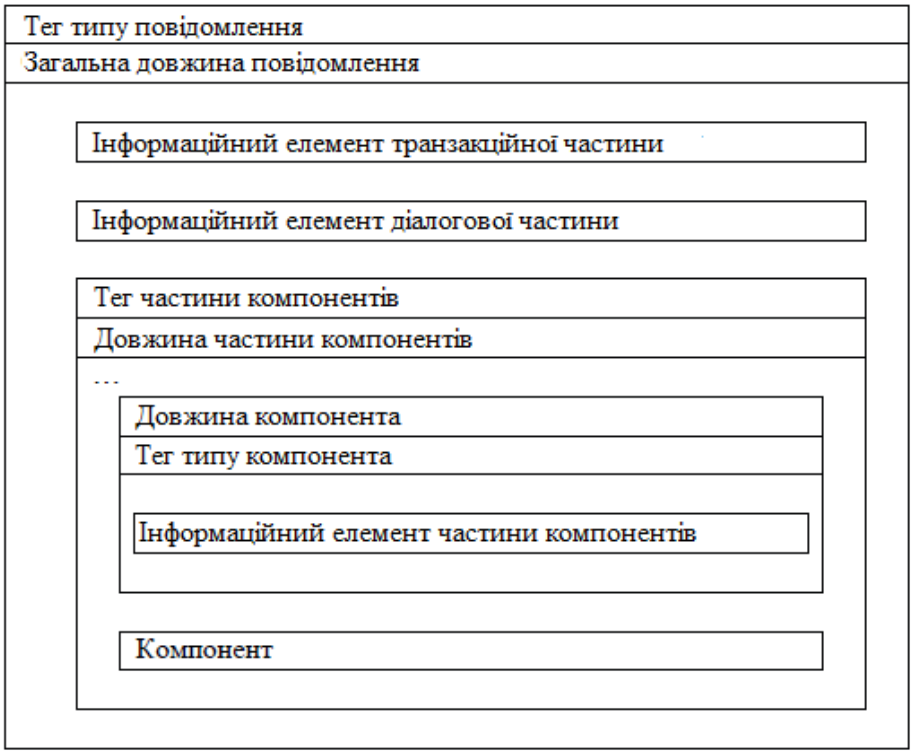

Рисунок 2.5 – Структура повідомлення підсистеми TCAP

Транзакційна частина включає протокольну інформацію управління для підрівня транзакції. Інформація в частині компонентів стосується окремих операцій і їх відповідей. Діалогова частина є необов'язковою і використовується для того, щоб дозволити кінцевим пунктам з'єднання синхронізувати обробку даних. Транзакційна частина повідомлення TCAP може містити такі елементи інформації [2, 3]:

- тип повідомлення (є п'ять типів повідомлень, що описані вище у цьому розділі кваліфікаційної роботи);
- загальна довжина повідомлення, у якому вказується число байт в повідомленні;
- інформаційні елементи повідомлення, які використовуються тільки для структурованого діалогу.

До складу інформаційних елементів повідомлення входять, наприклад, наступні [3]:

- ідентифікатор транзакції (ID транзакції) – призначається незалежно кожним із двох вузлів, що взаємодіють за допомогою транзакції, дозволяючи кожному вузлу окремо визначати транзакцію і взаємодіяти з усім вмістом повідомлення окремої транзакції. Визначають два типи ID транзакції: ID вихідної транзакції (призначається вузлом, що надсилав повідомлення, і використовується для визначення транзакції на цьому кінці) і ID транзакції призначення (ідентифікує транзакцію на приймаючому кінці);
- скидання – використовується, коли підрівень транзакції перериває транзакцію;
- інформація про переривання – використовується для передачі інформації TP-користувача, що надається користувачем, коли він перериває транзакцію.

Діалогова частина повідомлення TCAP використовується для того, щоб передавати прикладну інформацію або інформацію користувача. Вона може містити такі елементи інформації [3]:

- контекстне ім'я програми – є посиланням на певний набір TC-користувачів, пов'язані з ним параметри і будь-яку іншу необхідну інформацію для взаємодії двох TC-користувачів;
- версія протоколу – вказує версії діалогової частини, які можуть підтримуватися. При цьому кожен біт у полі «Версія протоколу» представляє якусь версію: біт 0 – версію 1, біт 1 – версію 2 тощо. Якщо параметр версії протоколу відсутній, то це значить, що мається на увазі версія 1;

- інформація – відповідає будь-якій інформації, якою обмінюються ТС-користувачі. Її зміст залежить від значення поля «Контекстне ім'я програми»;

- результат – використовується рівнем компонентів для того, щоб передати ТС-користувачу, який ініціював діалог, повідомлення про результат запиту на встановлення діалогу. Цей параметр може приймати значення «прийнятий» або «відхилений»;

- джерело результату діагностики – ідентифікує джерело створення параметра «результат». Цей параметр встановлюється підрівнем компонентів і може приймати значення «користувач діалогового обслуговування» або «постачальник діалогового обслуговування». Якщо параметр «результат» має значення «прийнятий», то це означає, що цей параметр встановлюється користувачем діалогового обслуговування. Також параметр «джерело результату діагностики» може доповнювати «результат» інформацією про діагностику;

- джерело аварійного припинення роботи – визначає чи ініціюється непередбачене припинення діалогу ТС-користувачем або діалогової частиною ТСАР.

Компонентна частина складається з одного або більше компонентів повідомлення. Формат частини компонентів містить довжину цієї частини, і окремі компоненти повідомлення. Коли компонентна частина вільна, то цей елемент інформації не присутній. Компоненти передаються користувачеві, на приймаючий кінець у тому ж порядку, в якому були отримані від користувача на вхідному кінці. Компонент повідомлення складається з наступних типів елементів інформації [3, 6]:

- тип компонента (є п'ять типів компонентів, що описані вище у цьому розділі кваліфікаційної роботи);

- довжина компонента – вказує число байт у вікні повідомлення;

- інформаційні елементи – залежать від типу компонента.

Наприклад, до інформаційних елементів компонент повідомлення відносяться наступні [3, 6]:

- ID виклик – використовується як контрольний номер для однозначного визначення запиту на операцію. Він представлений у будь-якій відповіді на компонент виклику (повернення результату, повернення помилки або відхилення), дозволяючи корелювати відповідь з викликом;

- код операції – вказує на конкретну операцію, яка повинна бути включена, і присутня у компоненті INVOKE. Операція може бути місцевою або загальною;

- набір параметрів – використовується для складання набору параметрів, що супроводжують компонент. Це необхідно у разі, коли в компонент включений більш ніж один параметр;

- порядок параметрів – використовується так само, як і елемент «набір параметрів», за винятком того, що параметри включаються в компонент у певній послідовності;

- код помилки вказує причину, через яку операція не може бути успішно завершена. Це є тільки в компоненті RETURN ERROR. Як і у випадку операцій, помилки можуть бути місцевими або загальними;

- код проблеми – вказує причину відхилення компонента.

Далі повідомлення TCAP в закритому для нижніх рівнів вигляді надходить на рівень підсистеми мережі, де із застосуванням відповідних протоколів SCCP і MTP для нього забезпечується постачання інформацією маршрутизації і здійснюється передача від пункту до пункту до вузла призначення. У вузлі призначення здійснюється зворотній процес розкодування, розпакування повідомлення і аналіз інформації на рівні TC-користувача.

2.6 Аналіз прикладної підсистеми інтелектуальної мережі ЗКС №7, у якості користувача підсистеми TCAP

Як вже неоднаразово зазначалося підсистема TCAP є прикладним протоколом мережі ЗКС №7, який використовується безліччю розподілених додатків. Однією з основних прикладних підсистем ЗКС №7, що активно використовується на цей час, є прикладна підсистема користувача IN (INAP) [3, 9, 10].

Інтелектуальна мережа (IN) – це архітектурна концепція надання інфокомунікаційних та традиційних послуг зв'язку, основною вимогою до якої є відділення функцій надання послуг від функцій комутації та їх розподіл за різними функціональними підсистемами. Функції комутації залишаються в базовій мережі зв'язку, а функції управління, створення і впровадження послуг виносяться в «інтелектуальну надбудову», що створюється окремо від базової мережі та взаємодіє з базовою мережею за допомогою стандартизованих інтерфейсів [9, 10].

Основними компонентами IN є вузол комутації послуг (Service Switching Point, SSP) з інтелектуальною периферією (Intelligent Peripheral, IP), вузол управління послугами (Service Control Point, SCP) з базою даних (Service Data Point,

SDP) і вузол адміністрування послуг (Service Management Point, SMP) з вузлом програмування послуг (Service Creation Environment Point, SCEP). Узагальнена структура інтелектуальної мережі та її компоненти наведені на рис. 2.6 [9, 10].

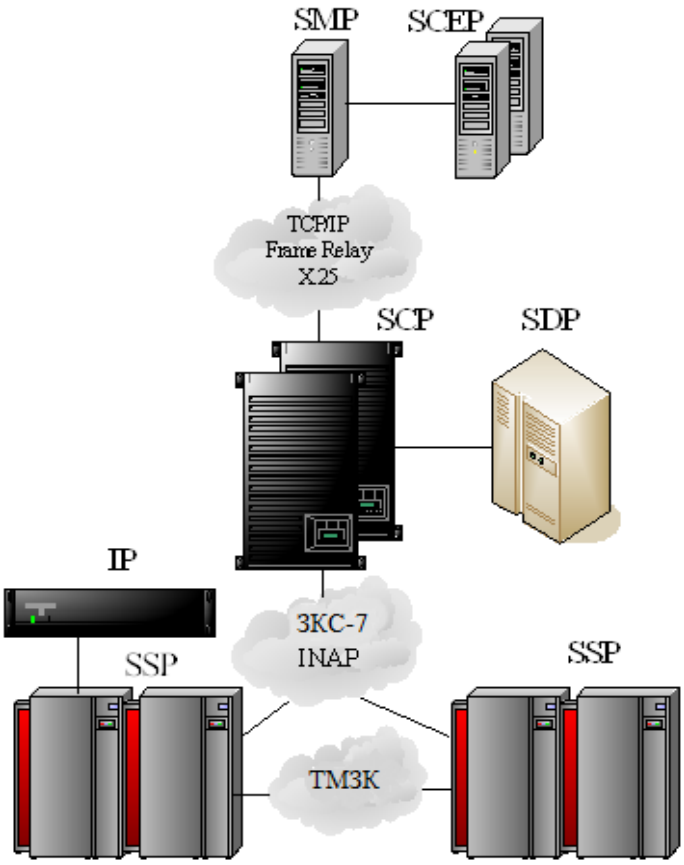

Рисунок 2.6 – Структура IN та її компоненти

Взаємодія між вузлами SCP і SSP, що уособлюють в собі «інтелектуальну надбудову» і до фізичну мережу IN, здійснюється за протоколом INAP по каналам мережі ЗКС №7.

Підсистема TCAP забезпечує можливість реалізації широкого діапазону послуг, що базуються на обміні інформацією між мережними компонентами IN. Для отримання послуги IN користувач набирає номер тієї АТС, яка володіє функціями сайту SSP, а також код послуги та номер послуги. Підсистема ISUP готує повідомлення про запит послуги і передає його за допомогою підсистеми TCAP вузлу управління послугами і отримує необхідну інформацію для надання послуги та обслуговування виклику [9, 10].

Зокрема за допомогою використання засобів платформи інтелектуальної мережі можливе надання користувачеві наступних базових послуг.

1) Послуга «800». Ця послуга дозволяє викликаючим абонентам здійснювати міжміські телефонні розмови з оплатою за рахунок абонента. Орендарями послуги «800» є в основному різні комерційні фірми, оскільки дана послуга є ефективним інструментом реклами і маркетингу. Сам абонентський номер послуги «800» у строгому сенсі слова телефонним номером не є. Він являє собою логічний ідентифікатор всієї сукупності кінцевих установок, що належать абоненту послуги. Логічний номер за певним алгоритмом перетворюється на фізичний мережний телефонний номер. Результат цього перетворення може залежати від цілого ряду атрибутів, параметрів, які призначаються самим абонентом послуги – місцезнаходження користувача, числа і часу доби, навантаження що надходить і т. д. Ця послуга відома в багатьох країнах світу під різними назвами: «Послуга 130», Green Number, Numbero Vert, Linkline, Freephone тощо [9, 10].

2) Виклик за передплаченою карткою. Ця послуга передбачає, що при взаєморозрахунках з абонентом використовується принцип передоплати з динамічним «списуванням витрат». Після внесення на рахунок оператора певної суми, абонент отримує доступ до послуги по індивідуальному або груповому паролю. Спеціалізоване апаратне та програмне забезпечення, що встановлюється на сайті оператора послуги, автоматично контролює баланс абонента, не дозволяючи йому перевищити суму передоплати. При цьому абонент здатний отримувати послугу з будь-якого номера міської телефонної мережі. В якості фізичного «носія» послуги оператори найчастіше застосовують пластикові картки певного номіналу [10].

3) Виклик по кредитній картці. Ця послуга найчастіше надається корпоративним клієнтам і пов'язана з наданням послуг телефонного зв'язку в кредит. Алгоритм надання послуги аналогічний алгоритму надання послуги виклику за передплаченою карткою. База даних перевіряє кредитоспроможність картки абонента. Розрахунок з абонентом здійснюється періодично через його рахунок у банку [10].

4) Телеголосування. Якщо за попередніми послугами стоять реальні телефонні номери, за якими, в кінцевому рахунку, користувач послуги потрапляє в потрібну йому фірму, то послуга «телеголосування» – це всього лише вихід на логіку інтелектуальної мережі. Таким чином, можна проводити різноманітні опитування населення, вікторини і т.ін [9].

Таким чином, можна бачити, що підсистема TCAP використовується протоколом INAP інтелектуальної мережі для реалізації широкого спектру послуг.

3 АНАЛІЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ ПІДХОДІВ ДО ТЕСТУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ TCAP

3.1 Особливості специфікацій тестування підсистеми TCAP

Принципи тестування підсистеми TCAP прописані в рекомендації ITU-T Q.787. У цій рекомендації надається повний набір тестів для підсистеми TCAP ЗКС №7. Роблячи ці тести у разі здійснення випробування реальних телекомунікаційних систем, користувач може перевірити функціональні можливості підсистеми TCAP, шляхом аналізу повідомлень TCAP та їх змісту. Специфікації у рекомендації ITU-T Q.787 поділені на дві частини: специфікації з тестування CSL (підрівня компонентів) та специфікації з тестування TSL (підрівня транзакцій). При цьому здійснювати тестування цих підрівнів необхідно разом, тому що більшість їх функцій пов'язані між собою [11].

Для того, щоб зробити перевірку реалізації протоколу TCAP, в тестове оточення повинні також входити підсистеми MTP та SCCP, які теж пройшли тестування раніше. Крім того необхідна наявність [11, 12]:

− тестеру підсистеми TCAP, який необхідний для здійснення симуляції операцій протоколу TCAP і генерації його повідомлень;

− стабільного сигнального зв'язку між всіма точками підсистеми TCAP;

− монітору повідомлень TCAP, який необхідний для перегляду і збереження послідовності повідомлень TCAP і їх параметрів у разі функціонування середовища, що досліджується, в нормальних і в нештатних ситуаціях.

Для здійснення перевірки коректності реалізації протоколу підсистеми TCAP до вимог відповідних стандартів на систему ЗКС №7 створені специфікації для двох типів тестів: перевірки відповідності (Validation Test, VAT) і перевірки сумісності (Compatibility Tests, CPT). Тести VAT застосовуються для перевірки реалізації одного протоколу у системі, що досліджується, на відповідність вимогам національних або міжнародних стандартів. Тести CPT відповідно застосовуються для перевірки правильності взаємодії двох або більше реалізацій одного протоколу, що також виконані згідно із специфікаціями національних або міжнародних стандартів [4].

Тести VAT завжди передують перевірці сумісності з тестами CPT і виконуються в SP, що не знаходиться в обслуговуванні. Для виконання тестів VAT

необхідно використовувати симулятор зустрічного пункту сигналізації. У тестових специфікаціях пункт сигналізації, що досліджується, позначається як SP A [4].

Метою тестів CPT є перевірка коректності взаємодії між реалізаціями протоколу підсистеми TCAP в SP різних виробників або при заміні версії програмного забезпечення (ПЗ) в одному із взаємодіючих пунктів сигналізації одного виробника. Зазначимо, що тестування сумісності може проводитися не тільки в новоствореному SP, але також і в пункті, що вже є введеним в обслуговування. У разі проведенні тестів CPT всі SP, що входять в тестову конфігурацію, являють собою одну тестову систему [4].

Тестові конфігурації для тестів VAT і CPT досить схожі, але не є ідентичними. У разі проведення тестів VAT пункт сигналізації, що досліджується, включається в тестове середовище і стає частиною тестової конфігурації, яка при цьому має задовольняти наступним трьом критеріям [4]:

- пункт сигналізації, що досліджується, підключається до тестового середовища одним або кількома пучками SL;
- є можливість забезпечити генерацію і прийом тестового навантаження;
- є можливості виконання тесту та забезпечити засоби зберігання і детального аналізу повідомлень.

У разі проведенні тестів CPT всі SP об'єднуються в одну масштабну тестову систему, яка має задовольняти чотирьом вимогам [4]:

− пункт сигналізації системи, що досліджується, з'єднуються між собою одним або кількома пучками SL;

− є можливість забезпечити генерацію і прийом тестового навантаження;

− є можливості виконання тестів, що задані специфікаціями з тестування;

– є засоби зберігання і грунтовного аналізу повідомлень;

− є можливість здійснення моніторингу процесу обслуговування виклику і спостереження за каналами.

На рис. 3.1. наданий приклад опису одного із тестів, що специфікований в рекомендації ITU-T Q.787. Для кожного тесту є докладний опис, включаючи його назву, мету, попередні умови, конфігурацію, типи SP, тип тесту, посилання на відповідні розділи рекомендації щодо протоколу підсистеми TCAP, очікувану послідовність повідомлень, опис проведення тесту, перевірочну таблицю для інформаційних елементів повідомлення [11, 12].

Зазначимо, що в деяких тестах на діаграмі очікуваної послідовності повідомлень, крім самих повідомлень, також показані відповідні примітиви, що зроблено для простоти розуміння [4, 11].

НОМЕР ТЕСТУ: 1.1.1.1	
ПОСИЛАННЯ: Q.774 розділ 3.3.3.1.1	
ЗАГОЛОВОК: Нормальне функціонування; неструктурований діалог	
ПІДЗАГОЛОВОК: Надсилає повідомлення сторона, що тестується	
МЕТА: Перевірити, що пункт сигналізації А може коректно надсилати однонаправлені повідомлення.	
УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ТЕСТУ: SP A (TSL) та SP B (TSL) в незайнятому стані	
КОНФІГУРАЦІЯ: 1	ТИП ТЕСТА: VAT і CPT
ОЧІКУВАНА ПОСЛІДОВНІСТЬ СІГНАЛЬНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ: SP A (TSL) *TR-UNI req.* ⇨ **UNIDIRECTIONAL** ⟶	
ОПИС ТЕСТУ	
1.	Надіслати односпрямоване повідомлення з SP A в SP B.
2.	ПЕРЕВІРКА А: Впевнитися, що односпрямоване повідомлення було надіслано із SP A коректно.
3.	ПЕРЕВІРКА В: Впевнитися, що всі прилади SP A, що пов'язані з виконанням транзакції, після завершення транзакції були приведені у вихідний стан.
ПЕРЕВІРОЧНА ТАБЛИЦЯ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПОВІДОМЛЕННЯ	
ОДНОСПРЯМОВАНЕ Message type tag: 01100001 Message type length: correct number of octets Component portion tag: 01101100 Component portion length: correct number of octets	

Рисунок 3.1 – Приклад специфікації тесту підсистеми TCAP для неструктурованого діалогу у разі нормальної роботи системи

3.2 Мова MSC та її використання для створення сценаріїв обміну сигнальними повідомленнями

Існує кілька способів опису мережних структур і їх функціонування. Одним з таких способів є опис мовою MSC (Message Sequence Chart – карти послідовностей повідомлень). Як правило, описи процесів мовою MSC супроводжують описи на мові SDL (Specification and Description Language – мова опису та деталізації) у вигляді карт послідовностей повідомлень. Мова MSC також дає можливість попереднього опису процесів на фазі підготовки SDL специфікацій. Подання у формі MSC мають велику наочність і можуть переводитися в SDL форму. При цьому виникає також і зворотна задача перекладу з SDL в MSC, що особливо важливо при налагодженні готового ПЗ та тестуванні протоколів [1].

Основне використання MSC – створення сценаріїв обміну сигналами між різними процесами або об'єктами. Саме за набором такого роду сценаріїв

проводиться перевірка правильності відпрацювання протоколів сигналізації і зокрема тестових сценаріїв протоколу TCAP. MSC-описи легко використовувати в якості шаблонів, за якими працюють імітатори програмного забезпечення обробки викликів і протокол-тестери систем сигналізації [1].

MSC-сценарії можуть бути представлені в текстовому і графічному вигляді. Текстовий опис, як правило, являє собою інформаційне пояснення на мета-мові, що будується на формах Бекуса-Наура. Для графічного опису протоколів сигналізації застосовуються такі елементи мови MSC, як: момент (Instance), повідомлення (Message), вентиль (Gate), таймер (Timer) [1].

В межах MSC-сценарію визначені моменти. Початковий символ моменту визначає початок опису випадку в межах MSC-сценарію, але не описує створення цього моменту. Відповідно, кінцевий символ моменту визначає кінець опису випадку в межах цього MSC-сценарію, але не описує завершення цього випадку [1].

Повідомлення в межах MSC-сценарію показує зв'язок між компонентами системи, а також компонентами системи і навколишнім середовищем. Відправка і прийом повідомлень – це дві асинхронні події. Це передбачає, що в MSC навколишнє середовище здатне приймати і посилати повідомлення незалежно. У графічному описі повідомлення представлене стрілкою. Втрата повідомлення, тобто випадок, коли повідомлення надсилається, але не приймається, може бути позначений ключовим словом, втраченим у текстовому поданні і порожнім колом біля закінчення стрілки в графічному поданні. Аналогічно, спонтанно знайдене повідомлення, тобто повідомлення, яке з'являється з нізвідки, може бути визначене ключовим словом, знайденим в текстовому поданні і порожнім колом біля початку стрілки в графічному поданні [1].

Вентиль являє собою інтерфейс між MSC і його навколишнім середовищем. Будь-яке повідомлення, прикладене до структури MSC, потрапляє всередину через вентиль. Вентилі завжди мають назву [1].

В MSC може використовуватися встановлення таймера з подальшим перериванням через закінчення часу або з подальшим скиданням. У графічному поданні символ таймера являє собою «пісочний годинник». Основні символи, що використовуються в MSC, наведені в табл. 3.1 [1, 13].

Недолік опису MSC полягає в його лінійному характері і неможливості відобразити на одній діаграмі розгалуженість алгоритму. Перевагами опису процесів за допомогою MSC є наочність і легкість, з якою можуть бути перевірені протоколи,

що специфіковані таким способом. Зазначимо, що тестові сценарії отримуються шляхом злиття MSC-специфікацій розроблюваного процесу і імітатора протоколу [1].

Таблиця 3.1 – Основні символи, що використовуються у мові MSC

Назва	Символ	Назва	Символ
Коментар		Цикл	
Заголовок вимог		Кінець вимог	
Основна вісь вимог 1		Основна вісь вимог 2	
Повідомлення		Умова	
Запуск таймеру (1 вар.)		Запуск таймеру (2 вар.)	
Перезапуск таймеру		Скидання таймеру (1 вар.)	
Скидання таймеру (2 вар.)		Завершення таймеру (1 вар.)	
Завершення таймеру (2 вар.)		Завершення таймеру (3 вар.)	
Створення		Зупенення	
Розділити			

Саме таким чином створюються тестери протоколів систем сигналізації, що використовуються для налаштування ПЗ цифрових АТС.

3.3 Типова платформа тестування підсистеми TCAP та її опис

Відладка та тестування програмно-апаратних засобів реалізації протоколів сигналізації є одними з найбільш трудомістких і відповідальних задач при

розробці нових і адаптації існуючих комутаційних вузлів і станцій. У зв'язку з цим надзвичайно важливою є наявність ефективних програмно-апаратних засобів тестування протокольних реалізацій систем сигналізації [1].

Універсальним інструментом для проведення всіх видів тестування комутаційного обладнання та інтегральної оцінки параметрів якості роботи мобільних і фіксованих мереж зв'язку, а також мереж NGN, є платформа тестування SNT. Цей тестер виконує синтез параметрів переданих сигналів, вимірювання параметрів прийнятих сигналів, аналіз результатів вимірювань і виведення результатів. Елементи платформи також забезпечують підтримку протоколів ЗКС №7 [14].

Тестування протоколів сигналізації включає в себе тестування відповідності, діагностичне тестування і оцінку продуктивності. Кожен етап тестування представлений відповідним програмним або програмно-апаратним модулем. Тестер протоколів SNT реалізує всі необхідні логічні функції аналізу конкретних протоколів сигналізації в трьох основних режимах: ручному, параметричному і статистичному. У режимі ручного тестування оператор сам вибирає конкретні сценарії і управляє послідовністю дій. В режимі автоматичного і/або параметричного тестування оператор заздалегідь налаштовує ті чи інші сценарії, потім запускає протокол і розпечатує результати [1, 14].

Апаратна частина тестера протоколів SNT являє собою процесорну систему, що базується на портативному комп'ютері і містить наступні функціональні підсистеми: підсистему управління, підсистему візуалізації даних, апаратні інтерфейси протоколів сигналізації, діалогову підсистему, тощо [14].

Підсистема візуалізації забезпечує подання тестової діагностичної інформації на екрані монітора, у тому числі і у вигляді відміток у заздалегідь обраних сценаріях MSC [14].

Підсистема управління виконує всі основні логічні функції симуляції та аналізу обміну сигналами згідно з протоколом сигналізації. Вона також здійснює управління роботою інших підсистем, що пов'язані з нею, і забезпечує моніторинг, диспетчеризацію прийому/передачі сигналів, а також контроль стану інтерфейсу (визначення моментів появи тих чи інших сигналів). Ця підсистема містить набори тестів, що призначені для перевірки логіки сигналізації, контролює час обробки сигналів, аналізує допустимість послідовностей сигналів, а також забезпечує можливість передачі завідомо помилкових команд у відповідності з обраним сценарієм тестування протоколу [14].

Для здійснення тестування мережних елементів, що використовують для взаємодії між собою підсистему TCAP, застосовується зокрема тестер протоколів SNT-7531 (рис. 3.2) [14].

Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд тестера протоколів SNT-7531

SNT-7531 – протокол-тестер сучасних телекомунікаційних протоколів, що підтримує також підсистеми та прикладні протоколи ЗКС №7 (MTP, SCCP, ISUP, TCAP, MAP, MUP, HUP). Протокол-тестер SNT-7531 забезпечує детальний аналіз протоколів у відповідності з національними і міжнародними рекомендаціями і стандартами. Програмне забезпечення SNT-7531 дозволяє контролювати процес тестування, здійснювати необхідні налаштування, отримувати контекстну допомогу, як за специфікою протоколів, що досліджуються, так і по самій системі тестування, зберігати і роздруковувати результати тестів [14, 15].

Протокол-тестер SNT-7531 може працювати в режимі моніторингу та симуляції, що дозволяє використовувати його прилади на всіх етапах життєвого циклу телекомунікаційного обладнання. У режимі моніторингу користувачеві надається можливість відстежувати необхідну інформацію в ході тестування, використовуючи фільтрування за типом повідомлення, по вихідному або вхідному пункту сигналізації, тощо. Отриманий трейс (трасування вузлів по шляху проходження інформації) можна зберегти в двійковому або текстовому вигляді з можливістю подальшого перегляду в стандартних додатках. Для

отримання загального уявлення про стан ланки сигналізації користувачеві надається можливість збору статистики на базі отриманих трейсів [14, 15].

Інтерфейс користувача містить два основних екранних елемента, з можливістю їх конфігурування: основне та допоміжне вікна моніторингу. Основне вікно моніторингу використовується для виведення декодованих повідомлень у повному вигляді. Допоміжне вікно моніторингу призначене для відстеження послідовності повідомлень, що надходять, і швидкого перегляду основних полів [14].

В режимі симуляції прилад SNT-7531 має можливість імітації роботи станції за заздалегідь заданим тестовим сценарієм. Якщо сценарій і параметри установок не містять логічних помилок, то після завантаження у вікні симулятора буде відображено хід обміну повідомленнями обраного сценарію. Крім повідомлень з'являються коментарі, що пояснюють мету даного тесту. Відразу після завантаження стають доступні команди запуску сценарію і команда покрокового виконання в меню управління і панелі інструментів. В процесі виконання сценарію послідовно виконуються всі дії, що описані в сценарії. Процедуру виконання сценарію в будь-який момент можна перервати командою «зупинити» або призупинити командою «пауза» [14, 15].

У режимі паузи можливо покрокове виконання сценарію для більш детального аналізу обладнання, що досліджується. Всі повідомлення, що надходять в симулятор в режимі паузи, поміщаються у часову чергу і зберігаються там до чергового запуску. У будь-який момент є можливість дізнатися про результати виконаних сценаріїв [14, 15].

Тестер протоколів SNT-7531 забезпечує виконання наступних функцій [14]:

- аналіз протоколів ЗКС №7, V5.x, DSS1, H.323;
- емуляція протоколів MTP і LAPD;
- симуляція протоколів ISUP, TCAP і 3-го рівня DSS-1;
- комплекти тестових сценаріїв ISUP, TCAP і 3-го рівня DSS-1;
- одночасна робота в реальному часі по 4-м сигнальним каналам ЗКС №7 і/або DSS-1;
- відображення отриманої інформації у вигляді послідовності сигнальних повідомлень з побітовою розшифровкою кожного з них;
- налаштування фільтрів за типами повідомлень, за номерами абонентів, що викликають і/або викликаються;
- статистика за типами повідомлень і причинам роз'єднань;
– можливість прослуховування акустичної інформації в розмовних каналах.

Можливі наступні варіанти включення тестеру протоколів SNT-7531 [14, 15]:

- ТМЗК/ISDN/IN;
- стільникові мережі GSM, NMT-450, AMPS/DAMPS;
- цифрові мережі абонентського доступу;
- мережі IP-телефонії.

Розглянемо типовий варіант включення тестера протоколів SNT-7531 для здійснення тестування протоколів системи ЗКС №7 в інтелектуальній мережі, що розгорнута базі ТМЗК, у разі запиту та надання інтелектуальних послуг абонентам різних типів. Типова схема такого включення для проведення тестування показана на рис. 3.3 [12, 14].

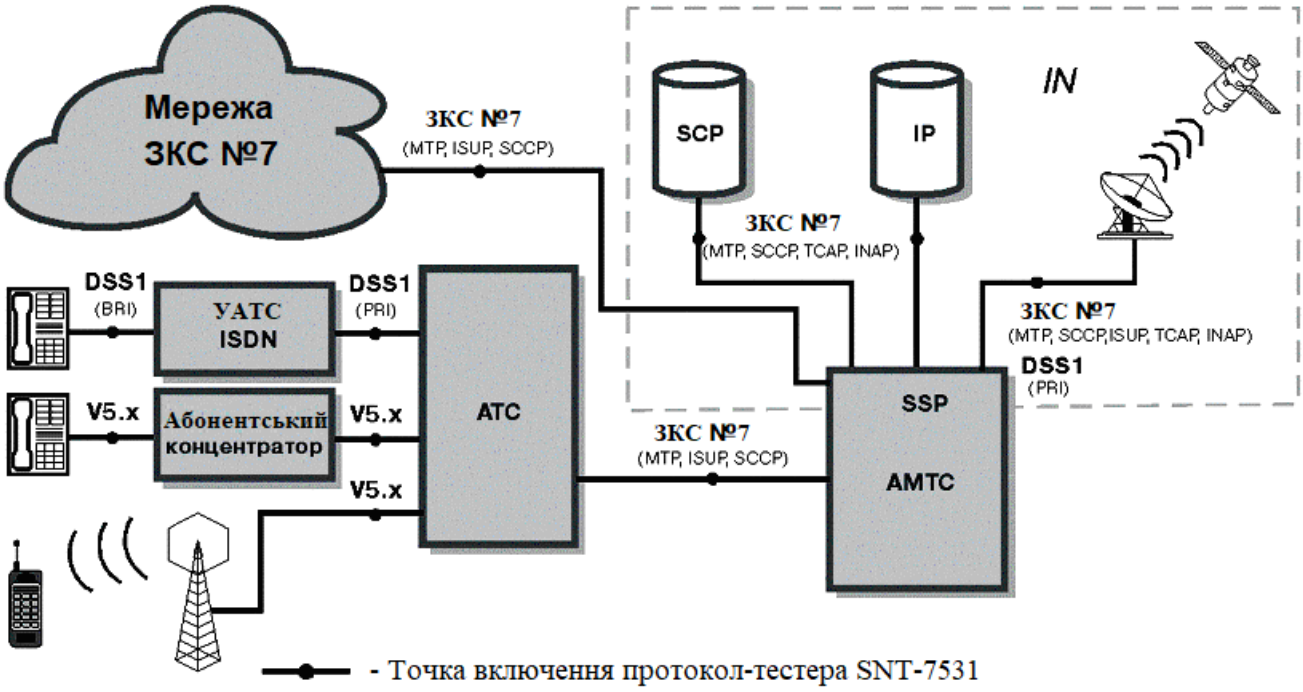

Рисунок 3.3 – Типова схема включення тестера протоколів SNT-7531 для тестування протоколів системи ЗКС №7 у IN, що розгорнута на базі ТМЗК

Слід зазначити, що доцільність використання тестерів протоколів в кожному конкретному випадку визначається безпосередньо їх практичним застосуванням. Але є дві області застосування, де вони забезпечують високу ефективність використання [15]:

- налагодження програмно-апаратних засобів реалізації протоколів сигналізації в комутаційних вузлах;

- рішення конфліктних ситуацій у разі встановлення нових систем комутації в оточенні існуючих аналогових і цифрових АТС попередніх поколінь.

Таким чином з вище викладеного можна бачити, що тестування підсистеми TCAP проводиться відповідно із специфікаціями, які прописані у рекомендації ITU-T Q.787, де обґрунтовано тести для підсистеми TCAP системи ЗКС №7. У разі виконання відповідних тестів для випробування реальних мережних структур, користувач забезпечує перевірку функціональних можливостей підсистеми TCAP. Це здійснюється в процесі аналізу повідомлень TCAP та їх вмісту.

Для проведення тестування відповідних мережних компонентів, які використовують підсистему TCAP для забезпечення взаємодії між собою, можна застосувати, наприклад, тестер протоколів SNT-7531. Він пропонує два режими тестування мережних компонентів: у режимі моніторингу і у режимі симуляції. У першому випадку реалізується спостереження за функціонуванням вузлів зв'язку. У другому випадку тестер протоколів SNT-7531 надає можливість імітації роботи станції за попередньо підготовленим сценарієм тестування. Для написання сценаріїв обміну сигнальними повідомленнями між будь-якими вузлами зв'язку використовують мову MSC. Такий опис є досить простим і його легко використовувати в якості шаблонів, за якими функціонують імітатори ПЗ обробки викликів і тестери протоколів систем сигналізації, у тому числі і ЗКС №7.

4 СЦЕНАРІЇ ТЕСТУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ TCAP В ПРОЦЕСІ НАДАННЯ ПОСЛУГ IN

4.1 Сценарії тестування TCAP для надання послуги Free Phone (FPH)

Послуга «Безкоштовний телефон» (Free Phone, FPH) або послуга «800» надає користувачам телефонних мереж (традиційних: аналогових чи цифрових, з підтримкою технології ISDN, мобільних) можливість безкоштовного зв'язку з відповідними терміналами користувачів послуги, що підтримують цю послугу, шляхом набору коду послуги та її логічного номера. Термінали користувачів при цьому можуть розміщуватися будь де на території, що обслуговується телефонною мережею, можуть бути підключеними до різних АТС і мати різні фізичні номери. Правила перетворення логічного номера у той або інший фізичний номер визначається за алгоритмом, що реалізує абонент послуги (як правило оператор телефонної мережі). Обслуговування виклику послуги FPH з тієї чи іншої точки телефонної мережі може здійснюватися в залежності від часу доби, дня тижня, специфічних вимог абонента послуги (наприклад, власника номера, навантаження, що надходить, тощо). У разі, якщо номер зайнятий або відповідь відсутня, процес обслуговування виклику може відрізнятися від обслуговування у разі наявності відповіді. Зазначимо, що логіка послуги, як правило, передбачає подачу користувачеві, що викликає, мовних повідомлень і/або звукових сигналів [10].

У разі запиту послуги FPH користувач набирає код доступу до інтелектуальної мережі, код доступу до послуги і логічний номер абонента послуги. На телефонних мережах України звернення до послуги FPH здійснюється набором номера виду: Пр – 800 – X1 X2…Xn, де [9, 10]:

- Пр – префікс – «0» у випадку, коли вихід до IN здійснюється через АМТС, або «1», коли вихід до IN здійснюється через вузол спецслужб (ВСС);
- «800» (або можливо «900») – код доступу до послуги FPH;
- X1 X2…Xn – логічний номер абонента послуги FPH.

Для тестування мережних компонентів, які взаємодіють між собою за протоколом TCAP (в даному випадку мається на увазі взаємодія вузлів SSP і SCP інтелектуальної мережі, див. рис. 2.6), використовується тестер протоколів SNT-7531. В режимі симуляції тестера SNT-7531 можлива імітація одного з мережних

компонентів для здійснення перевірки роботи іншого за попередньо сформованими сценаріями тестування. Так, наприклад, тестер SNT-7531 функціонує в режимі симуляції і реалізує функції вузла SCP. Тоді за існуючими сценаріями тестування можлива перевірка функціонування підсистеми TCAP вузла SSP при наданні послуги FPH (рис. 4.1) [9, 11].

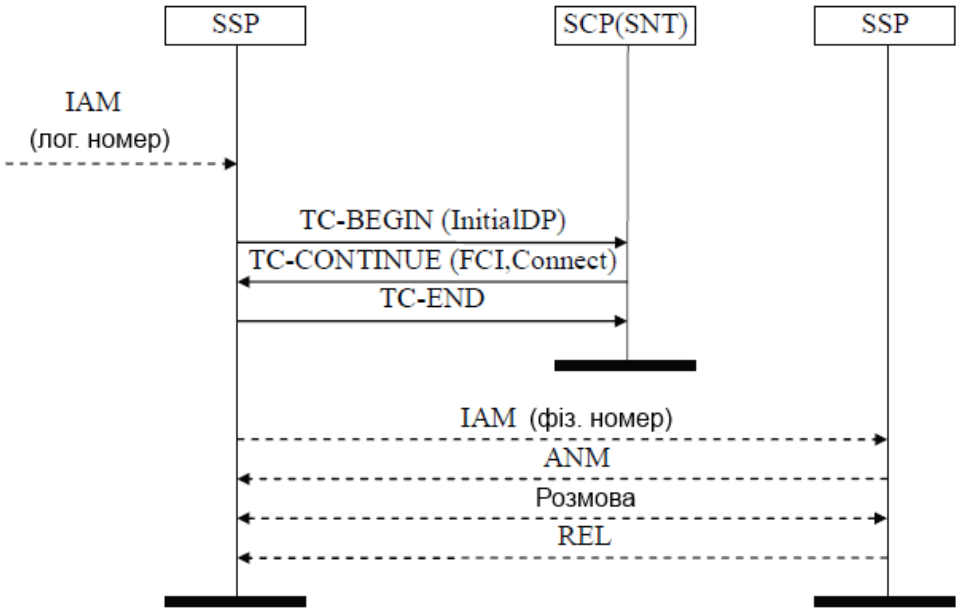

Рисунок 4.1 – Сценарій тестування підсистеми TCAP вузла SSP при наданні послуги FPH

Зробимо допущення, що у разі розгляду наступних сценаріїв вихід до інтелектуальної мережі здійснюється через АМТС, а на ділянці між АТС, з якої надходить виклик, і АМТС – використовується ЗКС №7. Сценарій тестування підсистеми TCAP вузла SSP у разі надання послуги FPH складається з наступних кроків [9, 11]:

- на підставі набраних користувачем цифр номеру 0-800-X1,X2,...Xn кінцева АТС направляє повідомлення IAM, яке містить логічний номер абонента, до АМТС з функціями SSP;

- зрозумівши, що виклик є зверненням до послуги IN, вузол SSP призупиняє процес його обслуговування та ініціює сеанс зв'язку з вузлом SCP, тобто робить запит за допомогою повідомлення протоколу INAP – InitialDP (Initial Detection Point – початкова точка виявлення). У разі виклику послуги FPH операція InitialDP обов'язково включає параметр Service Key з інформацією про тип послуги, про набрані користувачем цифри номера, а також про номер самого користувача;

- протокол INAP паралельно передає цей запит підсистемі TCAP, яка його приймає та оброблює і при цьому формується повідомлення TC-BEGIN. У разі цього цього повідомлення TCAP відкриває діалог однієї підсистеми INAP з іншою;

- далі повідомлення TC-BEGIN пересилається до підсистеми SCCP, за допомогою якої воно через пункти STP на підставі адресної інформації передається по мереж;

- підсистема TCAP вузла SCP, який був запитаний, приймає і обробляє це повідомлення TC-BEGIN. Потім TCAP здійснює запит на виконання операції InitialDP підсистемі INAP, яка робить аналіз параметру Service Key. В результаті цього аналізу операція направляється до відповідного додатка, який обслуговує послугу FPH;

- використовуючи логічний номер абонента послуги FPH, вузол SCP визначає номер його рахунку та інформує вузол SSP про здійснення нарахування оплати та про фізичний номер користувача телефонної мережі, що викликається, за допомогою операцій INAP FurnishChargingInformation (FCI) і Connect. Ці операції передаються в повідомленні TC-CONTINUE;

- далі вузол SSP завершує транзакцію шляхом передачі повідомлення TC-END;

- процес обслуговування виклику у вузлу SSP, що був раніше призупинений, знову відновлюється. Згідно з даними, що були отримані від SCP, вузол SSP передає повідомлення IAM, де вказується фізичний номер користувача, що викликається, вхідною АМТС.

Далі проведемо аналіз сценарію тестування у випадку, коли підсистема TCAP перериває транзакцію (рис. 4.2) [9, 11]:

- на підставі набраних користувачем цифр номеру 0-800-X1,X2,...Xn кінцева АТС передає повідомлення IAM, у якому міститься логічний номер абонента, до АМТС з функціями SSP;

- зрозумівши, що виклик є зверненням до послуги IN, вузол SSP призупиняє процес його обслуговування та ініціює сеанс зв'язку з вузлом SCP, тобто формує відповідний запит у вигляді повідомлення протоколу INAP – InitialDP;

- INAP зі свого боку надсилає цей запит підсистемі TCAP, яка його приймає та оброблює і в процесі цього формує повідомлення TC-BEGIN. Потім це повідомлення надсилається до підсистеми SCCP, яка перенаправляє це повідомлення через відповідні пункти STP по мережі;

- підсистема TCAP вузла SCP, що був запитаний, приймає і здійснює обробку повідомлення TC-BEGIN і у разі, якщо вона виявила якусь помилку в

ньому, то передає відповідну інформацію про це вузлу SSP у повідомленні TC-P-ABORT. При цьому в ньому можуть бути зазначені відповідні причини, що призвели до переривання процесу (зокрема такі: невідомий тип повідомлення, невідомий тип компонента, неіснуючий ідентифікатор вихідної транзакції, прийняте повідомлення неправильно закодоване або неправильно структуроване, нестача коштів для початку транзакції);

- процес обслуговування виклику в SSP переривається, а до АТС надсилається повідомлення про завершення виклику REL.

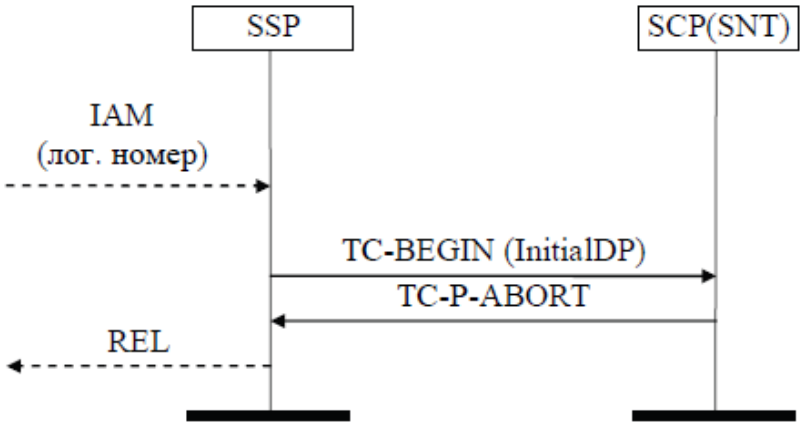

Рисунок 4.2 – Сценарій надання послуги FPH у випадку, коли підсистема TCAP здійснює переривання транзакції

4.2 Сценарії тестування TCAP для надання послуги «Телеголосування»

Послуга «Телеголосування» дозволяє проводити опитування громадської думки з використанням ресурсів телефонної мережі. У відповідності з числом варіантів відповідей, що пропонуються користувачеві, призначаються логічні номери, а учасники голосування набирають той номер, який відповідає їх думці. Один з кожних *N* викликів може бути направлений в студію, звідки ведеться трансляція телепрограми, для проведення діалогу голосуючого користувача з ведучим. Засобами інтелектуальної мережі проводиться підрахунок числа викликів, що надійшли на кожен номер, і надання адміністратору та абоненту послуги доступу до результатів опитування [9, 10].

Послуга «Телеголосування» надається користувачеві на певний період часу за домовленістю з постачальником послуги (абонентом послуги). Для проведення голосування абонент послуги визначає необхідні параметри у відповідності з її

профілем. Серед них, можна виділити число логічних номерів, частку викликів, які підлягають відкиданню, періодичність передачі даних в SCP і інтервал часу між повідомленнями, що передаються з SCP в SMP [9, 10].

На телефонних мережах України виклик послуги «Телеголосування» здійснюється шляхом набору логічного номера типу «Пр – 803 – X1 X2…Xn», який за структурую співпадає з логічним номером виклику послуги FPH, але код доступу до послуги є «803» [9].

Як і в попередньому випадку (тестування послуги FPH) для тестування мережних компонентів підсистеми TCAP у разі надання послуги «Телеголосування» будемо також використовувати тестер SNT-7531 в режимі симуляції, який надає можливість імітації одного з мережних компонентів для здійснення перевірки роботи іншого за попередньо сформованими сценаріями тестування.

Проведемо аналіз тестового сценарію підсистеми TCAP вузла SSP у разі надання послуги «Телеголосування». Діаграма реалізації цього сценарію показана на (рис. 4.3) [9, 11].

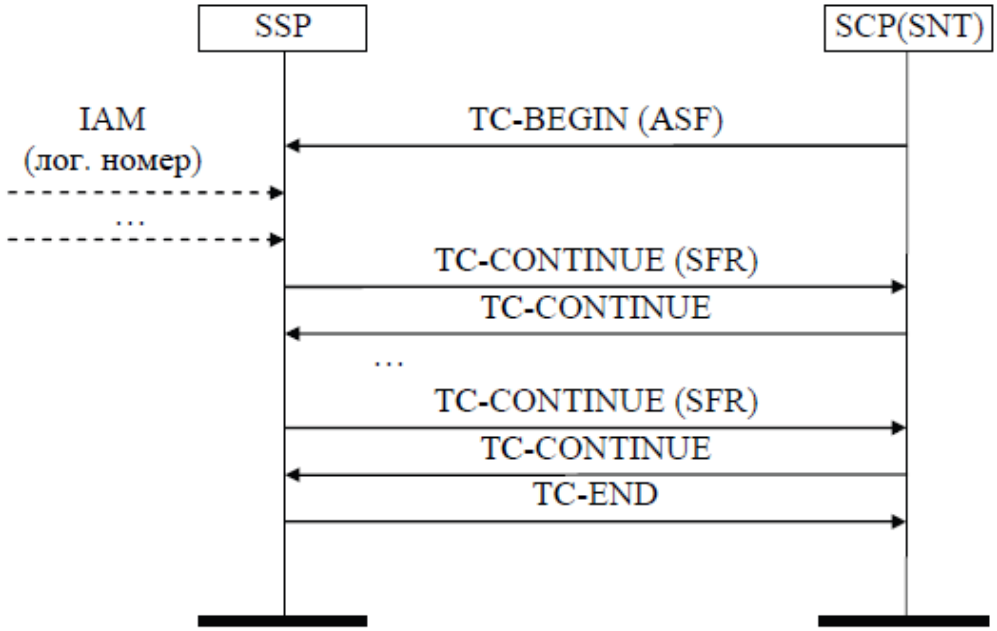

Рисунок 4.3 – Сценарій тестування підсистеми TCAP вузла SSP при наданні послуги «Телеголосування»

Сценарій тестування підсистеми TCAP вузла SSP у разі надання послуги «Телеголосування» здійснюється за наступним алгоритмом [9, 11]:

- перед початком процедури підсистема INAP відповідного вузла SCP формує і передає підсистемі TCAP запит на виконання операції ActivateServiceFiltering (ASF), яка визначає час початку і закінчення опитування, критерій просіювання і тип обслуговування, що застосовується до відсіяним і просіяним викликам. Під час дії операції фільтрації з'єднання, що відповідають викликам на визначені для голосування номери, встановлюються тільки до SSP, де проводиться підрахунок дзвінків на кожен з номерів;

- підсистема TCAP формує повідомлення TC-BEGIN, в якому передає цей запит. Вузол SCP передає це повідомлення по мережі за допомогою підсистеми SCCP до всіх SSP. Цим повідомленням відкриваються діалоги між підсистемою INAP вузла SCP і підсистемами INAP всіх вузлів SSP, при цьому кожному діалогу присвоюється свій ідентифікатор;

- підсистема TCAP вузла SSP приймає і обробляє повідомлення, а потім передає запит на операцію ASF підсистемі INAP;

- після початку опитування на АМТС з функціями вузла SSP починають надходити повідомлення IAM від вхідних АТС, в яких вказується логічний номер абонента. Підсистема INAP розпізнає номер послуги «Телеголосування» та накопичує результати;

- через задані проміжки часу SSP посилають поточні результати опитування в SCP за допомогою операцій INAP ServiceFilteringResponse (SFR). Для цього формується повідомлення TCAP TC-CONTINUE, в якому і передається ця операція. SCP збирає і накопичує дані від SSP і надсилає їх до SMP, куди абонент, що замовив опитування може звернутися за отриманням звіту про результати голосування;

- після закінчення опитування вузол SSP посилає SCP повідомлення TC-END.

По аналогії з послугою FPH далі проаналізуємо сценарій тестування, у разі якого користувач TCAP (в даному випадку підсистема INAP) перериває транзакцію (рис. 4.4) [9, 11]:

- перед початком голосування підсистема INAP відповідного вузла SCP формує і передає підсистемі TCAP запит на виконання операції ActivateServiceFiltering (ASF), яка визначає час початку і закінчення опитування, критерій просіювання і тип обслуговування, що застосовується до відсіяних і просіяних викликів;

- підсистема TCAP формує повідомлення TC-BEGIN, в якому передає цей запит. Вузол SCP передає це повідомлення по мережі за допомогою підсистеми SCCP до всіх вузлів SSP;

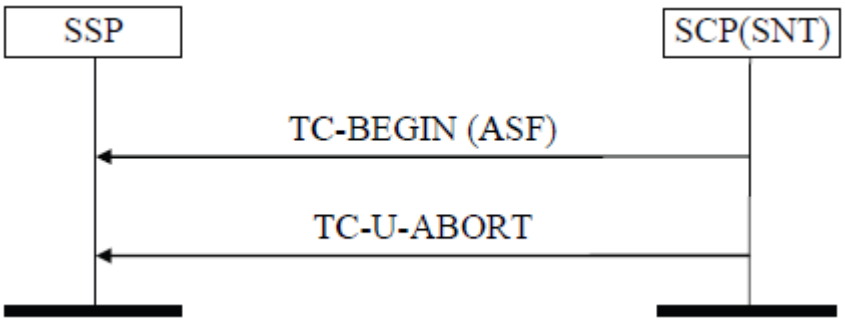

Рисунок 4.4 – Сценарій надання послуги «Телеголосування» у випадку, коли підсистема TCAP здійснює переривання транзакції

- підсистема TCAP вузла SSP приймає і обробляє повідомлення, а потім передає запит на операцію ASF підсистемі INAP;

- припустимо, що підсистема INAP вузла SCP вирішила з деяких причин перервати транзакцію. Тоді підсистема TCAP формує повідомлення TC-U-ABORT і за допомогою SCCP розсилає його всім SCP. При цьому причина переривання може повідомлятися, а може не повідомлятися. У разі якщо користувачеві потрібно передати причину переривання, то ця інформація міститься в діалоговій частині повідомлення.

Таким чином, з проведеного аналізу можна бачити, що IN, які функціонують на базі телефонних мереж, для надання своїх послуг користуються можливостями підсистеми TCAP. Зокрема, були наведені та проаналізовані сценарії надання найвідоміших послуг IN (такі як послуга FPH та «Телеголосування»), з використанням можливостей підсистеми TCAP. Для тестування протоколу TCAP відповідно із цими сценаріями замість одного з мережних компонентів підключається тестер протоколів SNT-7531 у режимі симуляції.

5 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ДОСТАВКИ СИГНАЛЬНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ У РАЗІ ВИКОНАННЯ СЦЕНАРІЮ ТЕСТУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ ТСАР

Проаналізуємо характеристики доставки сигнальних повідомлень на прикладі технології синхронної цифрової ієрархії (Synchronous Digital Hierarchy, SDH), що найчастіше використовується для організації транспортних фізичних магістралей телефонних мереж, як стаціонарних, так і мобільних. Найпоширенішою фізичною топологією таких мереж є кільцева топологія, що зображена на рис. 5.1 [16, 17].

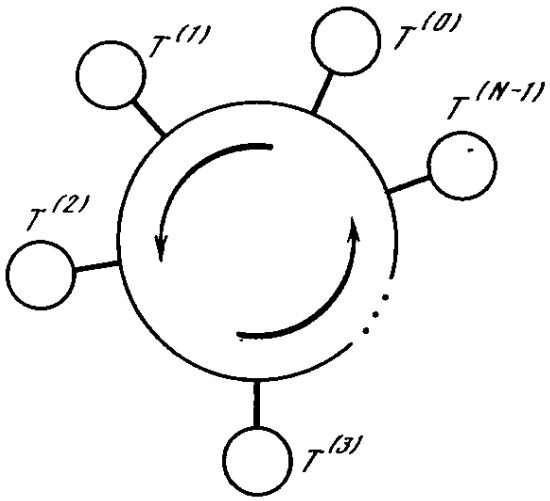

Рисунок 5.1 – Орієнтована кільцева топологія мережі зв'язку

Припустимо, що всі мережні пункти сигналізації в ній обмінюються інформацією між собою за допомогою сигнальних повідомлень, які передаються по кільцю попакетно в одному напрямку. Сигнальні повідомлення передаються по кільцю у складі синхронних транспортних модулів (Synchronous Transport Module, STM) технології SDH місткістю ($c \geq 1$) пакетів. Проходячи повз мережний пункти сигналізації, вони звільняється від даних, що дійшли за призначенням, і перезавантажується так, що із сукупності пакетів, які прибули з STM і адресованих далі, а також, що знаходяться в цьому мережному пункті на очікуванні, далі відправляються найбільш важливі, але не більше c штук. Число місць для очікування пакетів на всіх пунктах будемо вважати необмеженим. Фактично за час свого доставлення пакет може бути кілька раз затриманий на проміжних пунктах [16, 17]:

$$x^{(r,t)} = \left\{X^{(r,t)}(j), 1 \le j < \infty\right\}, r,t = \overline{0, N-1}, r \ne t, \tag{5.1}$$

де – $X^{(r,t)}(j)$ число пакетів з потоку від пункту $T^{(r)}$ до пункту $T^{(t)}$, що виникають на $T^{(r)}$ в проміжку між j-м та (j+1) -м проходженням STM повз неї. Припустимо, що процеси $x^{(r,t)}$ незалежні в сукупності і стаціонарні, з довільними похідними функціями і кінцевими моментами трьох порядків, для будь-якої пари (r,t) випадкові величини $X^{(r,t)}(j)$ при $1 \le j < \infty$ незалежні і однаково розподілені [16]:

$$P^{(r,t)}(z) = M\left\{z^{X^{(r,t)}(1)}\right\}, \tag{5.2}$$

$$m^{(r,t)} = M\left\{X^{(r,t)}(1)\right\} < \infty, \tag{5.3}$$

$$d^{(r,t)} = M\left\{\left[X^{(r,t)}(1) - m^{(r,t)}\right]^2\right\} < \infty. \tag{5.4}$$

Припустимо наявність наступних пріоритетів [16]:

- пакети одного потоку завжди обслуговуються в порядку надходження;
- кожен пункт в першу чергу відправляє з STM ті пакети, які адресовані далі по кільцю;
- між потоками повідомлень, що адресовані до одного пункту (наприклад, до $T^{(r)}$), пріоритети можуть бути розподілені довільно і задаються підстановкою

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & \dots & N-1 \\ \alpha^{(0,r)} & \alpha^{(1,r)} & \dots & \alpha^{(N-1,r)} \end{pmatrix},$$

де $\alpha^{(s,k)}$ – пріоритет потоку від пункту $T^{(s)}$ до пункту $T^{(k)}$.

У разі проведення аналізу параметрів доставки сигнальної інформації у разі виконання сценаріїв тестування підсистеми ТСАР ЗКС №7 на основі запропонованої вище моделі будемо використовувати такі позначення [16]:

$$a^{+} = \max(0, a);$$

$$(s)_N = (s)_{\mathrm{mod} N} = s - [s/N]N,$$

$L^{(r,t)}(j)$ – число пакетів з потоку $x^{(r,t)}$, що знаходяться на всіх пунктах мережі перед їх (j +1) – м доступом у мережу;

Якщо випадкові величини $\xi(i)$ сходяться з розподілу при $j \to \infty$, то межа позначається тією ж буквою:

$$\xi = \lim_{j \to \infty} \xi(j).$$

Також можна зустріти рівняння виду:

$$z^{c} - wP(z) = 0, \tag{5.5}$$

де $P(z) = M\{z^{X}\}$;

X – цілочисельна випадкова величина, причому $M\{X\} < c, X > 0$. Це рівняння при будь-якому w ($|w| < 1$) має рівно c комплексних коренів $\theta_t(w)$, $t = \overline{1, c}$ таких, що $|\theta_t(w)| < 1$. Позначаючи $\theta_t = \lim_{w \to 1} \theta_t(w)$, будемо завжди нумерувати корені так, що $\theta_1 = 1$.

Час обороту сигнального повідомлення по кільцю у складі модуля STM будемо вважати рівним одиниці, а проміжок між j-м і ($j+1$)-м його проходженням повз пункт сигналізації назвемо j-м сеансом [16].

У разі здійснення розрахунку параметрів доставлення інформації будемо припускати, що для кільцевої мережі виконується умова ергодичності [16, 17]:

$$\sum_{s=r+2}^{r+N} \sum_{t=r+1}^{s-1} m^{((s)_N, (t)_N)} < c, \; r = \overline{0, N-1}, \tag{5.6}$$

а також те, що системи знаходяться в стаціонарному режимі. Кількість і, відповідно, номери оборотів STM рахуватимемо по проходженню його повз пункт $T^{(k)}$.

Пакети з потоку $x^{(i,k)}$ виникають з інтенсивністю $m^{(i,k)}$. Таким чином, якщо знайти розподіл $U^{(i,k)}$ – кількість всіх пакетів, що знаходяться в мережі, від пункту $T^{(i)}$ до пункту $T^{(k)}$, то з формули Літтла отримаємо доставлення пакета [17]:

$$\overline{Д}_{пак}^{(i,k)} = M\left\{U^{(i,k)}\right\} / m^{(i,k)}. \tag{5.7}$$

Позначимо через

$$\hat{L}^{(k)}(j) = \sum_{r=k+2}^{k+N-1} \sum_{t=k+1}^{r-1} L^{\left((r)_N,(t)_N\right)}(j) \tag{5.8}$$

число пакетів сигнального повідомлення, що вимагають транзиту через $T^{(k)}$ та знаходяться на всіх пунктах мережі перед їх ($j+1$) -м доступом, а через

$$\hat{X}^{(k)}(j) = \sum_{r=k+2}^{k+N-1} \sum_{t=k+1}^{r-1} X^{\left((r)_N,(t)_N\right)}(j) \tag{5.9}$$

позначимо число таких пакетів, що виникають на всіх вузлах мережі між їх j -м і ($j+1$) -м доступом [17].

З визначення потоків, що надходять випливає, що $\hat{X}^{(k)}(j)$ – незалежні і однаково розподілені при $1 \le j < \infty$ з похідною функцією [16, 17]:

$$\hat{P}^{(k)}(z) = \prod_{r=k+2}^{k+N-1} \prod_{t=k+1}^{r-1} P^{\left((r)_N,(t)_N\right)}(z), \tag{5.10}$$

і кінцевими моментами [16, 17]:

$$\hat{m}^{(k)} = \prod_{r=k+2}^{k+N-1} \prod_{t=k+1}^{r-1} m^{\left((r)_N,(t)_N\right)}, \tag{5.11}$$

$$\hat{d}^{(k)} = \prod_{r=k+2}^{k+N-1} \prod_{t=k+1}^{r-1} d^{\left((r)_N,(t)_N\right)}. \tag{5.12}$$

Оскільки всі пакети (5.8) адресовані далі $T^{(k)}$, то по дорозі до $T^{(k)}$ вони мають більш високий пріоритет, ніж пакети із $x^{(i,k)}$.

Позначимо як [16]:

$$R^{(i,k)} = \left\{ r : \alpha^{(r,k)} < \alpha^{(i,k)} \right\}, \tag{5.13}$$

та

$$\hat{U}^{(i,k)}(j) = \hat{L}^{(k)}(j) + \sum_{r \in R^{(j,k)}} L^{(r,k)}(j) \tag{5.14}$$

– число всіх пакетів в мережі, які на своєму шляху до $T^{(k)}$ мають більш високий пріоритет, ніж пакети від $T^{(i)}$ до $T^{(k)}$ (з урахуванням адресованих в $T^{(k)}$).

Пакети з (5.13), (5.14) на шляху до $T^{(k)}$ не зустрічають більш важливих (бо інші адресовані «ближче»), отже, завжди рівно c з них може досягти $T^{(k)}$ і тим самим відбути з $\hat{U}^{(i,k)}$ [16].

Отже,

$$\hat{U}^{(i,k)}(j) = \left(\hat{U}^{(i,k)}(j-1) - c \right)^{+} + \hat{X}_{\text{Д}}^{(i,k)}(j), \tag{5.15}$$

де

$$\hat{X}_{\text{Д}}^{(i,k)}(j) = \hat{X}_{\text{Д}}^{(k)}(j) + \sum_{r \in R^{(j,k)}} X^{(r,k)}(j), \tag{5.16}$$

а $\hat{X}_{\text{Д}}^{(k)}(j)$ незалежні і однаково розподілені при $1 \le j < \infty$ з похідною функцією

$$\widehat{P}_{Д}^{(i,k)}(z) = \widehat{P}_{Д}^{(k)}(z) + \sum_{r \in R^{(j,k)}} P^{(r,k)}(z) \tag{5.17}$$

і кінцевими моментами

$$\widehat{m}_{Д}^{(i,k)} = \widehat{m}^{(k)} + \sum_{r \in R^{(j,k)}} m^{(r,k)}, \tag{5.18}$$

$$\widehat{d}_{Д}^{(i,k)} = \widehat{d}^{(k)} + \sum_{r \in R^{(j,k)}} d^{(r,k)}. \tag{5.19}$$

Пакети з потоку $x^{(i,k)}$ можуть займати в STM (до моменту його приходу в $T^{(k)}$) всі місця, не зайняті пакетами з $\widehat{U}^{(i,k)}$ – число таких місць дорівнює $\left(c - \widehat{U}^{(i,k)}\right)^{+}$ [16].

Отже,

$$U^{(i,k)}(j) = \left[U^{(i,k)}(j-1) - \left(c - \widehat{U}^{(i,k)}(j-1)\right)^{+}\right]^{+} + X^{(i,k)}(j). \tag{5.20}$$

Рівняння типу (5.15) і (5.20), що описують двовимірний ланцюг Маркова ($U^{(i,k)}$, $\widehat{U}^{(i,k)}$), де знайдені стаціонарні розподіли обох координат. Зокрема [17]:

$$M\left\{U^{(i,k)}\right\} = \frac{1}{2}\left[\frac{d^{(i,k)} + \widehat{d}_{Д}^{(i,k)}}{c - m^{(i,k)} - \widehat{m}_{Д}^{(i,k)}} - \frac{\widehat{d}_{Д}^{(i,k)}}{c - \widehat{m}_{Д}^{(i,k)}}\right] + \frac{1}{2} m^{(i,k)} + \\ + \sum_{l=2}^{c}\left[\frac{1}{1-\theta_l^{(i,k)}} - \frac{1}{1-\widehat{\theta}_l^{(i,k)}}\right], \tag{5.21}$$

де $z = \widehat{\theta}_l^{(i,k)}(w), l = \overline{1,c}$ – рішення рівняння виду (5.5):

$$z^c - wP_{\text{Д}}^{(i,k)}(z) = 0.$$

Звідси відповідно до (5.7), (5.18) отримаємо середній час доставки пакета з $x^{(i,k)}$.

Знайдемо розподіл $V^{(N-1,k)}$ для числа вимог з $x^{(N-1,k)}$, які перебувають на очікуванні в пункті $T^{(N-1)}$, після чого за формулою Літтла отримаємо середнє значення часу очікування $\overline{W}_{\text{пак}}^{(N-1,k)}$ доступу в канал пакета з $x^{(N-1,k)}$ [17]:

$$\overline{W}_{\text{пак}}^{(N-1,k)} = M\left\{W_{\text{пак}}^{(N-1,k)}\right\} = M\left\{V^{(N-1,k)}\right\} / m^{(N-1,k)}, \qquad (5.22)$$

оскільки інтенсивність надходження цих пакетів дорівнює $m^{(N-1,k)}$.

Доступу пакета в STM від пункту $T^{(N-1)}$ до пункту $T^{(k)}$ перешкоджають, по-перше, пакети від більш ранніх (за порядком розташування STM), ніж $T^{(N-1)}$, пунктів, які ще не минули $T^{(N-1)}$ і адресовані далі $T^{(N-1)}$, і, по-друге, що знаходяться на $T^{(N-1)}$ очікуючи пакети від $T^{(N-1)}$, які далі адресовані $T^{(k)}$. Позначимо їх загальне число через $\widehat{V}^{(N-1,k)}$ [17].

Пакети з $\widehat{V}^{(N-1,k)}$ на своєму шляху до $T^{(0)}$ не зустрічають інших, більш важливих пакетів, отже можуть повністю завантажувати STM. Таким чином [16, 17]:

$$\widehat{V}^{(N-1,k)}(j) = \left[\widehat{V}^{(N-1,k)}(j-1) - c\right]^+ + \widehat{X}_{\text{ож}}^{(N-1,k)}(j), \qquad (5.23)$$

де

$$\widehat{X}_{\text{ож}}^{(N-1,k)}(j) = \sum_{r=2}^{N-1} \sum_{t=k+1}^{r-1} X^{(r,t)}(j) + \sum_{r \in R^{(N-1,k)} \cap [k+1, N-2]} X^{(r,k)}(j) \qquad (5.24)$$

– число пакетів, які поповнюють $\widehat{V}^{(N-1,k)}$) протягом j-го такту і мають похідною функцію

$$\widehat{P}_{\text{ож}}^{(N-1,k)}(z)=\prod_{r=2}^{N-1}\prod_{t=k+1}^{r-1}P^{(r,t)}(z)\prod_{r\in R^{(N-1,k)}\cap[k+1,N-2]}P^{(r,k)}(z)\ , \tag{5.25}$$

і кінцеві моменти $\widehat{m}_{\text{ож}}^{(N-1,k)}$ і $\widehat{d}_{\text{ож}}^{(N-1,k)}$, які обчислюють за формулою (5.24) заміною X на m або відповідно на d.

Пакети з $V^{(N-1,k)}$ при проході STM повз пункт $T^{(N-1)}$ можуть займати в ньому всі місця, не зайняті пакетами з $\widehat{V}^{(N-1,k)}$ – число таких місць дорівнює $\left[c-\widehat{V}^{(N-1,k)}\right]^{+}$. Отже,

$$V^{(N-1,k)}(j)=\left\{V^{(N-1,k)}(j-1)-\left[c-\widehat{V}^{(N-1,k)}(j-1)\right]^{+}\right\}^{+}+X^{(N-1,k)}(j). \tag{5.26}$$

Вирішуючи спільно (5.23) і (5.26), так як і зроблено вище, отримуємо [16, 17]:

$$M\left\{V^{(N-1,k)}\right\}=\frac{1}{2}\left[\frac{d^{(N-1,k)}+\widehat{d}_{\text{ож}}^{(N-1,k)}}{c-m^{(N-1,k)}+\widehat{m}_{\text{ож}}^{(N-1,k)}}-\frac{\widehat{d}_{\text{ож}}^{(N-1,k)}}{c-\widehat{m}_{\text{ож}}^{(N-1,k)}}\right]+\frac{1}{2}m^{(N-1,k)}+$$
$$+\sum_{l=2}^{c}\left[\frac{1}{1-\eta_l^{(N-1,k)}}-\frac{1}{1-\widehat{\eta}_l^{(N-1,k)}}\right], \tag{5.27}$$

де $z=\eta_l^{(N-1,k)}(w),\overline{l=1,c}$ – рішення рівняння

$$z^c-wP^{(N-1,k)}(z)\widehat{P}_{\text{ож}}^{(N-1,k)}(z)=0. \tag{5.28}$$

Далі з формули (5.22) отримаємо потрібний результат. Аналогічні співвідношення виконуються і для будь-якої іншої пари «вхід-вихід». Потрібно звернути увагу на те, що у разі $c = 1$ у виразах (5.21) і (5.27) відсутній останній доданок, і, таким чином, середні значення часу очікування та доставлення визначаються першими двома моментами навантаження, що надходить.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі було розглянуто стек протоколів ЗКС №7 в рамках використання можливостей підсистеми TCAP по створенню та наданню сучасних послуг зв’язку на прикладі послуг інтелектуальних мереж. В процесі виконання роботи проаналізовані принципи реалізації підсистеми TCAP, підходи до її тестування та принципи реалізації сценаріїв її тестування в процесі надання інтелектуальних послуг. Також запропонована методика розрахунку доставки сигнальних повідомлень у разі виконання сценарію тестування підсистеми TCAP.

У першому розділі кваліфікаційної роботи розглянута узагальнена структура і концептуальна модель організації системи сигналізації ЗКС №7 та описані базові принципи її реалізації. Показано, що на цей час ЗКС №7 є найбільш універсальною та ефективною системою сигналізації, що знаходить застосування в різних мережах зв'язку. Її концептуальна модель реалізована у відповідності до архітектури EMBBC, але рівні моделі ЗКС №7 не є ідентичними рівням семирівневої моделі BBC. Три нижні рівні ЗКС №7 утворюють підсистему MTP, яка відповідає за формування і передачу сигнальних одиниць по мережі, і реалізують функції фізичного рівня, рівня ланки даних і частково мережного рівня моделі EMBBC. Для виконання усіх функцій мережного рівня на четвертому рівні концептуальної моделі ЗКС №7 реалізована підсистема SCCP. Також на цьому рівні визначені функції і процедури для різних підсистем користувача, таких як ISUP, TUP, TCAP, INAP, MAP, MUP, HUP, OMAP. Основними елементами сигнальної мережі ЗКС №7 є пункти сигналізації та транзитні пункти сигналізації, а для її побудови застосовуються два варіанта на основі зв’язного і квазізв’язного режимів сигналізації [1 - 3].

У другому розділі кваліфікаційної роботи зроблено аналіз принципів організації підсистеми TCAP, наведена та обґрунтована структури повідомлень, визначені її компоненти. Показано, що TCAP відноситься до верхнього рівня системи ЗКС №7 і забезпечує (разом з SCCP і MTP) передачу через мережу інформації, що не відноситься до каналу. Функції підсистеми TCAP утворюють два підрівні: підрівень компонентів і підрівень транзакції.

Підрівень компонентів забезпечує можливість обміну компонентами між TC-користувачами. Існують компоненти п'яти типів: INVOKE, RETURN RESULT NOT LAST, RETURN RESULT LAST, RETURN ERROR, REJECT. Послідовність

компонентів, якими обмінюються ТС-користувачі, утворює діалог. Діалог може бути структурованим і неструктурованим [1, 3].

Підрівень транзакцій забезпечує можливість обміну повідомленнями, що містять компоненти, між ТС-користувачами, використовуючи послуги нижчих рівнів. Повідомлення TCAP бувають наступних типів: UNIDIRECTIONAL, BEGIN, CONTINUE, END, ABORT. Повідомлення TCAP складається з інформаційних елементів, що розташовані в ньому за певними правилами. Воно ділиться на три частини: транзакційну, діалогову і компонентну. При цьому компонентна і діалогова частини повідомлення TCAP є одними з інформаційних елементів транзакційної. Підрівень транзакцій також підтримує режими структурованого та неструктурованого діалогу [1, 3].

Зазначено, що підсистема TCAP використовується багатьма додатками для реалізації широкого спектру інтелектуальних послуг, таких як, наприклад, послуги FPH та «Телеголосування», що аналізуються у роботі, та багато інших.

У третьому розділі кваліфікаційної роботи зроблено аналіз і обґрунтування підходів до тестування підсистеми TCAP. Зазначено, що тестування підсистеми TCAP проводиться відповідно до рекомендації ITU-T Q.787, яка містить повний набір тестів для неї. Виконуючи ці тести при дослідженні реальних мереж, користувач може перевірити функціональні можливості підсистеми TCAP, шляхом послідовного аналізу сигнальних повідомлень TCAP та їх змісту.

Для здійснення тестування мережних елементів, які використовують для взаємодії між собою протокол TCAP, запропоновано застосовувати тестер протоколів SNT-7531. Існують два способи тестування мережних елементів: у режимі моніторингу та режимі симуляції. У режимі моніторингу здійснюється спостереження за роботою вузлів зв'язку. В режимі симуляції протокол-тестер SNT-7531 має можливість імітації роботи станції за заздалегідь заданим тестовим сценарієм [14, 15].

Зазначено, що для написання сценаріїв обміну сигналами між різними вузлами зв'язку використовують мову MSC. MSC-описи легко використовувати в якості шаблонів, за якими працюють імітатори програмного забезпечення обробки викликів і протокол-тестери систем сигналізації.

Згідно з розглянутими принципами тестування підсистеми TCAP у четвертому розділі представлений аналіз принципів реалізація сценаріїв її тестування протоколу TCAP в процесі надання послуг інтелектуальної мережі. Зокрема, були наведені та проаналізовані основні сценарії надання послуги FPH та

«Телеголосування», з використанням можливостей TCAP. Виконуючи ці тести у разі випробуванні реальних мереж зв'язку, користувач може перевірити функціональні можливості підсистеми TCAP. Для цього замість одного з мережних компонентів підключається тестер протоколів SNT-7531 в режимі симуляції, який надає можливість імітації одного з мережних компонентів для здійснення перевірки роботи іншого за попередньо сформованими сценаріями тестування [9, 11].

Крім того, у роботі запропонована методика розрахунку доставки сигнальних повідомлень у разі виконання сценарію тестування підсистеми TCAP. Були отримані вирази для розрахунку середнього значення часу очікування та середнього часу доставки пакетів сигнальних повідомлень. Зазначено, що вони визначаються першими двома моментами навантаження, що надходить. Показано, що при зменшенні навантаження якість обслуговування сигнальних повідомлень вирівнюється і підвищується.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Гольдштейн Б.С. Сигнализация в сетях связи / Б.С. Гольдштейн. – М: Радио и связь, 1998. – 423 с.

2. Самуйлов К.Е. Методы анализа и расчета сетей ОКС 7 / К.Е. Самуйлов. – М.: Российский университет дружбы народов, 2009. – 292 с.

3. Росляков А. В. Общеканальная система сигнализации №7 / А.В. Росляков. – М: Эко-Трендз, 2002. – 178 с.

4. Гольдштейн Б.С. Стек протоколов ОКС7. Подсистема МТР: Справочник / Б.С. Гольдштейн, И.М. Ехриель, Р.Д. Рерле. – М.: Радио и связь, 2003. – 222 с.

5. АСДА.465235.001 РО. Общеканальная система сигнализации № 7. Руководство оператора / Городская опорно-транзитная АТС «МАТРИЦА» производства компании ООО «МАТРИЦА», 2002. – 240 с.3

6. Аджемов А.С. Система сигнализации ОКС №7 / А.С. Аджемов, А.Е. Кучерявый. – М.:Радио и связь, 2002.

7. Стек SS7 [Электронный ресурс] / BiLim Systems Ltd. – 2000. – Режим доступу до ресурсу: http://rpm.narod.ru/protocols/SS7.pdf.

8. ITU-T Recommendation Q.773. Specifications of Signalling System No. 7 – Transaction capabilities application part. Transaction capabilities formats and encoding [Электронный ресурс] / ITU-T Recommendation Q.773. – 2003. – p. 39. – Режим доступу до ресурсу: http://www.itu.int/rec/T-REC-Q.773-199706-I/en - 2003.

9. Лихтциндер Б.Я. Интеллектуальные сети связи / Б.Я. Лихтциндер, М.А. Кузякин, А.В. Росляков, С.М. Фомичев. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 207 с.

10. Інформаційні мережі зв’язку: навч. посібник. Ч.2. Телекомунікаційні технології стаціонарних мереж зв’язку / В.М. Безрука, Ю.М. Бідний, Ю.М. Колтун та ін. – Харків: ХНУРЕ, 2011. – 492 с.

11. ITU-T Recommendation Q. 787. Specifications of Signaling System No. 7 – Test specification: Transaction capabilities test specification [Електронний ресурс] / ITU-T Recommendation Q.787. – 1997. – p. 323. – Режим доступу до ресурсу: https://www.itu.int/rec/ dologin_pub.asp?lang=f&id=T-REC-Q.787-199709-I!!PDF-E&type=items

12. Мельник Т.Л. Аналіз сценаріїв тестування протоколу ТСАР ЗКС №7 в процесі надання сучасних послуг зв’язку/ Т.Л. Мельник, Ю.М. Колтун // матеріали 10-ої міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми інформатизації». Том 2. – Черкаси –Баку – Бельсько-Бяла – Харків. – 24 - 25 листопада, 2022 р. – С. 103.

13. Бидный Ю.М. Руководство пользователя программного средства Cinderella SDL / Ю.М. Бидный. – Харьков: ХНУРЭ, 2004. – 30 с.

14. Протокол-тестер SNT-7531 [Електронний ресурс] / Сертификат соответствия №ОС/1-КИА-45. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: http://niits.ru/products/?test-snt7531.

15. Портативный анализатор межстанционной сигнализации SNT7531 SNTlite, SNTlite-GSM [Електронний ресурс] / компания «ЛенСтройСвязьКомплектация» (ЛССК). – СПб. – Режим доступу до ресурсу: https://lssk.ru/catalog/analizator-sntlite-sntlite-gsm/. – Доступ здійснено 12.12.2022 р.

16. Стеклов В.К. Основи управління мережами та послугами телекомунікації / В.К. Стеклов, Є.В. Кільчицький. – К.: Техніка, 2002. – 438 с.

17. Стеклов В.К., Проектування телекомунікаційних мереж / В.К. Стеклов, Л.Н. Беркман – К.: Техніка 2002 – 392с.