

Н.О. Князева
С.В. Шестопапов

УПРАВЛІННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ СЕРВІСАМИ В МЕРЕЖАХ НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ



**Міністерство освіти і науки України
Одеська національна академія харчових технологій**

Князєва Н.О., Шестопапов С. В.

**УПРАВЛІННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ
СЕРВІСАМИ В МЕРЕЖАХ
НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ**

ОДЕСА – 2017

*Друкується відповідно до постанови
Вченої ради Одеської національної академії харчових технологій,
протокол № 16 від 06 червня 2017 р.*

Рецензенти:

Корчинський Володимир Вікторович — доктор технічних наук, професор, Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова;
Суслов Валерій Анатолійович — кандидат технічних наук, доцент, Політехніка Кошалинська, Польща.

Князева Н.О.

К54 Управління інтелектуальними сервісами в мережах наступного покоління: монографія / Н.О. Князева, С.В. Шестопапов — Одеса: Бондаренко М.О., 2017. — 268 с.
ISBN 978-617-7424-78-8

В монографії висловлено авторський погляд на проблеми вибору принципу створення інтелектуальної надбудови в мережах наступного покоління. Розглянуто сучасний стан мереж наступного покоління. Запропоновано архітектуру інтелектуальної надбудови з децентралізованим принципом управління наданням інтелектуальних сервісів. Запропоновано комплексний критерій якості управління наданням інтелектуальних сервісів. Наведено математичні та імітаційні моделі інтелектуальних надбудов з централізованим та децентралізованим принципами управління. Надано способи розрахунку підкритеріїв якості для визначення комплексного критерію якості управління наданням інтелектуальних сервісів.

Наукове видання призначено для науковців та спеціалістів сфери телекомунікацій та інших сфер діяльності, а також може використовуватися у навчальному процесі.

УДК 621.391:681.5

ISBN 978-617-7424-78-8

© Князева Н.О., Шестопапов С.В., 2017

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ ТА СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП	8
1 АРХІТЕКТУРА ТА ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ NGN	12
1.1 Етапи впровадження інтелектуальних сервісів	12
1.2 Концепція побудови інтелектуальної мережі	14
1.3 Особливості та історичний розвиток концепції NGN	20
1.4 Концепція побудови NGN, що запропонована IPCC	28
1.5 Концепція ETSI TISPAN	29
1.6 Класифікація інтелектуальних сервісів та принципи їх надання	31
2 ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ НАДБУДОВИ NGN. КРИТЕРІЇ ЯКОСТІ УПРАВЛІННЯ СЕРВІСАМИ	39
2.1 Архітектура інтелектуальної надбудови з централізованим принципом управління	39
2.2 Архітектура інтелектуальної надбудови з розподіленим принципом управління	41
2.3 Методи визначення якості управління наданням інтелектуальних сервісів	43
2.3.1 Критерії якості управління	43
2.3.2 Комплексний критерій якості управління наданням інтелектуального сервісу в NGN	47
2.3.3 Структурна живучість	49
2.3.4 Структурна надійність	54
2.3.5 Методи врахування думки користувачів при оцінюванні якості інтелектуального сервісу	64
3 АНАЛІТИЧНІ МОДЕЛІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ НАДБУДОВ NGN	75
3.1 Архітектура NGN з інтелектуальною надбудовою децентралізованого принципу управління	75
3.2 Комплексний критерій якості управління наданням інтелектуального сервісу	79
3.3 Підкритерії користувача	86
3.3.1 Метод оцінки ступеня задоволеності користувачів якістю інтелектуального сервісу	86
3.3.2 Оцінка якості мультимедійного сервісу	90
3.3.3 Метод оцінки ступеня задоволеності користувачів якістю інтелектуального сервісу на основі використання ієрархічної нейронної мережі	94
3.3.4 Метод формування загальної оцінки якості сервісів для мереж з інтелектуальною надбудовою з децентралізованим принципом управління	98
3.4 Підкритерії постачальників послуг	103
3.5 Підкритерії постачальників устаткування	104

3.5.1 Обґрунтування вибору математичного апарату.....	104
3.5.2 Метод визначення підкритеріїв якості функціонування інтелектуальної надбудови з централізованим принципом управління	108
3.5.3 Метод визначення часткових підкритеріїв якості функціонування інтелектуальної надбудови з децентралізованим принципом управління.....	122
3.5.4 Визначення і забезпечення надійності інтелектуальної надбудови NGN з різними принципами управління	142
3.5.5 Визначення і забезпечення структурної живучості інтелектуальної надбудови NGN з різними принципами управління	150
3.5.6 Метод визначення вартості інтелектуальної надбудови з урахуванням дисконтної ставки.....	161
3.6 Урахування самоподібності потоку заявок на інтелектуальний сервіс при побудові аналітичної моделі ІНЦПУ	162
4.1 Обґрунтування використання імітаційних моделей для дослідження ІНЦПУ та ІНДПУ	168
4.2 Імітаційна модель ІНЦПУ, що обслуговує два класи заявок з відносними пріоритетами.....	173
4.3 Імітаційна модель ІНДПУ з двома серверами, що обслуговує два класи заявок з відносними пріоритетами.....	178
4.4 Рекомендації щодо застосування ІНЦПУ та ІНДПУ з двома серверами, що обслуговують два класи заявок з відносними пріоритетами	182
4.5 Аналіз ІНЦПУ та ІНДПУ з чотирма серверами, що обслуговують чотири класи заявок з відносними пріоритетами	188
4.6 Алгоритм імітаційного моделювання ІНДПУ будь-якої складності.....	200
4.7 Імітаційне моделювання в системі NS-2	203
4.7.1 Огляд засобу моделювання.....	203
4.7.2 Загальний опис архітектури імітаційної моделі ІНЦПУ	206
4.7.3 Реалізація імітаційної моделі в системі NS-2.....	208
4.7.4 Організація модельних експериментів в системі NS-2.....	212
ДОДАТКИ.....	234
ДОДАТОК А РОЗРАХУНОК КОМПЛЕКСНОГО КРИТЕРІЮ ЯКОСТІ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ НАДБУДОВИ З ЦЕНТРАЛІЗОВАНИМ ПРИНЦИПОМ УПРАВЛІННЯ.....	234
ДОДАТОК Б ІМІТАЦІЙНІ МОДЕЛІ	242
ДОДАТОК В СЦЕНАРІЙ РЕАЛІЗАЦІЇ МОДЕЛІ В СИСТЕМІ NS-2	253

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ ТА СКОРОЧЕНЬ

3GPP	(3'rd Generation Partnership Project) – консорціум, який розробляє специфікації для мобільної телефонії
AD	(Access Data) – допоміжний вузол керування
API	(Application Programming Interface) – прикладний програмний інтерфейс
BCP	(Basic Call Process) – базовий процес обслуговування виклику
CCAF	(Call Control Access Function) – функція керування доступом виклику
CCF	(Call Control Function) – функція керування викликом
CSCF	(Call Session Control Function) – функція управління викликами і сесіями
DFP	(Distributed Functional Plane) – розподілена глобальна площина
FE	(Function Elements) – функціональні елементи
FEA	(Function Elements Action) – послідовні об'єкти
FN	(Future Network) – мережа майбутнього
GFP	(Global Functional Plane) – глобальна функціональна площина
GSL	(Global Service Logic) – глобальна логіка сервісу
ETSI	(European Telecommunications Standards Institute) – Європейський інститут по стандартизації в області телекомунікацій
IDN	(Integrated Digital Network) – інтегральна цифрова мережа
IF	(Information Flows) – інформаційні потоки
IMS	(Internet Multimedia Subsystem) – мультимедійна IP-підсистема
IN	(Intelligent Network) – інтелектуальна мережа
INAP	(Intelligent Network Application Protocol) – протокол прикладного рівня
IP	(Internet Protocol) – інтернет протокол
Ip	(Intelligent periphery) – інтелектуальна периферія
IPCC	(International Packet Communication Consortium) – міжнародний консорціум з питань пакетного зв'язку
IPDV	(IP Packet Delay Variation) – варіація затримки IP пакетів
IPLR	(IP Packet Loss Ratio) – частка втрачених пакетів IP
IPTD	(IP Packet Transfer Delay) – затримка перенесення IP пакетів
IREP	(IP Packet Error Delay) – частка спотворених пакетів IP
ISDN	(Integrated Service Digital Network) – цифрова мережа з інтеграцією служб
ITU	(International Telecommunication Union) – міжнародний союз електрозв'язку
HFC-мережа	(Hybrid /Fiber Coaxial) – гібридна волоконно-коаксіальна мережа
IMS	(Internet Multimedia Subsystem) – підсистема мультимедійного зв'язку

IM-SSF	(IP Multimedia Service Switching Function) – платформа для надання сервісів IN
MG	(Media Gateway) – медіашлюз
MOS	(Mean Opinion Score) – методика оцінки
MTA	(Multimedia Terminal Adaptors) – кабельні модеми
NAP	(Network Accesses Point) – вузол доступу до мережі
NGN	(Next Generation Network) – мережа наступного покоління
NP	(Network Performance) – параметри функціонування мережі
OSA-SCS	(Open Service Access-Service Capability Server) – сервер послуг, який забезпечує інтерфейс до послуг, які базуються відкритому доступі до послуг
PE	(Physical Elements) – фізичні об'єкти
POI	(Point of Initiation) – точки ініціювання
POR	(Point of Return) – точки повернення
PP	(Physical Plane) – фізична площина
PSTN	(Public Switched Telephone Network) – телефонна мережа загального користування
QoE	(Quality of Experience) – якість сприйняття
QoP	(Quality of Service, Perceived by Users) – якість сприйняття клієнтом
QoR	(Quality of Service, Required by Users) вимоги користувачів до сервісів
QoS	(Quality of Service) – якість обслуговування
SCE	(Service Creation Environment) – середовище створення послуги
SCEF	(Service creation environment function) – середовище створення послуг
SCF	(Service Control Function) – функція керування сервісами
SCN	(Service Circuit Node) – вузол ланцюга обслуговування
SCP	(Service Control Point) – вузол керування сервісами
SDF	(Service Data Function) – функція керування доступом послуг до мережних баз даних
SDP	(Service Data Point) – вузол підтримання даних
SDP	(Service Delivery Platform) – платформа надання інтелектуальних сервісів
SF	(Service Function) – площина сервісів
SG	(Signaling Gateway) – шлюз сигналізації
SIB	(Service Independent Building Blocks) – незалежний від сервісу компонувальний блок
SIP	(Session Initiation Protocol) – протокол ініціалізації сеансів зв'язку
SIP AS	(SIP Application Server) – сервер додатків SIP
SMP	(Service Management Point) – вузол забезпечення послуг
SMAF	(Service Management Access Function) – функція підтримання та адміністрування сервісів
SMF	(Service Management Function) – функція експлуатаційного управління сервісами
SMS	(Service Management System) – система керування сервісами

SP	(Service Plane) – площина сервісів
SRF	(Service Resources Function) – функція спеціалізованих ресурсів
SSF	(Service Switching Function) – функція комутації сервісів
SSP	(Service Switching Point) – вузол комутації сервісів
TISPAN	(Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking) – група, яка відповідає за стандартизацію конвергентних та перспективних мереж
БД	База даних
БПОВ	Базовий процес обслуговування виклику
БУС	Блоки управління сервісами
ЗКС7	Мережа загальноканальної сигналізації
ІНДПУ	Інтелектуальна надбудова з децентралізованим принципом управління
ІНРПУ	Інтелектуальна надбудова з розподіленим принципом управління
ІНЦПУ	Інтелектуальна надбудова з централізованим принципом управління
ІМ	Інтелектуальна мережа
ІН	Інтелектуальна надбудова
ІС	Інтелектуальний сервіс
ІСes	Інтелектуальні сервіси
МІБД	Мережна інформаційна база даних
ММ	Мережа майбутнього
МСЕ	Міжнародний союз електрозв'язку
НВ	Несприятливі впливи
ПРС	Програма реалізації сервісів
СМО	Система масового обслуговування
СУ	Система управління
ТМЗК	Телефонна мережа загального користування
Application Plane	– рівень додатків
Call Control & Signaling	– рівень управління викликами і сигналізацією
Control Plane	– рівень управління
Interworking	– міжмережні шлюзи
Gateways	
Service & Application	– рівень сервісів і додатків
Transport Layer	– транспортний рівень
Triple-Play Services	– потрійне обслуговування
User Plane	– рівень користувачів

ВСТУП

В XXI сторіччі в усьому світі і в Україні спостерігається стрімкий розвиток сфери інфокомунікацій, який в першу чергу характеризується впровадженням концепції NGN (Next Generation Network) – мереж наступного покоління. Розвиток мереж, що базуються на технології IP, вибухове зростання мереж мобільного зв'язку, широке поширення мультимедійних технологій, з одного боку, і бажання користувачів отримати доступ до великого набору сервісів, які не залежать від типу мережі, стають основними рушійними силами, що визначають прогрес інфокомунікацій. Оператори пропонують широкий діапазон сервісів, які спроможні задовольнити потреби будь-якого користувача. Якщо раніше користувачам вистачало базових та додаткових сервісів, то на сьогоднішній день користувач став більш інформаційно обізнаним і його вже не задовольняють лише такі можливості. На початку XXI сторіччя значно зріс попит на так звані інтелектуальні сервіси, наприклад, такі, як бронювання квитків, надання банківської інформації, отримання інформації про погоду в конкретній місцевості і т.д. В даний момент список інтелектуальних сервісів значно виріс, з'явилися такі сервіси як: Premium Rate Service (дзвінки з нарахуванням додаткової оплати, наприклад, за доступ до інформаційних ресурсів або за участь в телефонних лотереях, голосуваннях і т.п.), Prepaid Calling (дзвінки за передоплатою з доступом абонентів за пароллями), Least Cost Routing (маршрутизація по найбільш вигідному маршруту), VAS (Value Added Services, послуги з доданою вартістю) і ряд інших. Суттєвим попитом користуються сервіси «інтелектуальний офіс», «короткий набір», «чорний та білий списки» і т.п..

У наукових публікаціях, присвячених розвитку інфокомунікацій, все частіше зустрічається термін Triple-Play Services [1-3]. Більшість варіантів тлумачення цього терміну – "потрійне обслуговування", "три в одному" та інші – не відображає суті ідеї, ради якої він був введений. Річ йде про

обслуговування, що включає обмін інформацією, яка представляється в трьох видах: мова, дані та відео. Надавати подібні сервіси здатна платформа, в основу якої входить інтелектуальна надбудова. Інтелектуальна надбудова представляє собою, практично, систему управління наданням інтелектуальних сервісів.

Завдяки розвитку мережі Internet та збільшенню впливу комп'ютерних технологій на розвиток суспільства, а також розповсюдженню мереж стільникового зв'язку, увесь світ прямує до створення глобальної інформаційної інфраструктури. Сучасний етап розвитку технологій в сфері зв'язку передбачає цифрову форму подання всіх сигналів, інтеграцію обслуговування. Відбувається інтеграція систем передавання інформації та комутації. Разом з тим кінцеві пристрої здатні приймати та передавати різномістну інформацію. Більш того, ця інформація передається через одне і те саме з'єднання. Річ йде про подальший розвиток NGN – тобто про перехід до концепції мультимедійної IP-підсистеми IMS – (Internet Multimedia Subsystem), – котра передбачає конвергенцію стаціонарних та стільникових мереж.

При переході до концепції IMS дещо змінюється і застосовувана термінологія. Так, в наукових публікаціях [4] термін «інтелектуальні сервіси» заміщується терміном «нові сервіси», а що стосується ідеології організації «інтелектуальної надбудови», то в концепції IMS функції інтелектуальної надбудови – управління наданням нових сервісів – здійснюються на рівні додатків.

Але, виходячи з того, що у більшості країн світу перехід до реалізації концепції IMS знаходиться лише у початковій стадії, а головним напрямом розвитку інфокомунікацій є впровадження концепції NGN, в даний роботі застосовуються терміни «інтелектуальні сервіси» та «інтелектуальна надбудова».

В сучасних мережах NGN використовується інтелектуальні надбудови з централізованим принципом управління. При такій архітектурі існує єдиний центр, котрий займається управлінням наданням інтелектуальних сервісів. Виходячи з потреби забезпечення необхідної якості надаваних інтелектуальних

сервісів, задача визначення якості управління наданням інтелектуальних сервісів в умовах зростання попиту на них та, відповідно, навантаження на інтелектуальну надбудову є безумовно актуальною.

Метою даної роботи є розв'язання комплексу науково-технічних питань, пов'язаних з дослідженням та розробкою принципів створення інтелектуальної надбудови в NGN для підвищення якості управління інтелектуальними сервісами. Для досягнення даної мети необхідно було визначити спосіб оцінки якості управління інтелектуальними сервісами, а саме – запропонувати критерій якості управління інтелектуальними сервісами, визначити часткові критерії якості управління та сформував на їх основі метод формування результуючого скалярного критерію якості у формі, що дозволяє отримати кількісну оцінку якості управління інтелектуальними сервісами. Крім того, для різних принципів організації інтелектуальних надбудов необхідно було розробити аналітичні та імітаційні моделі процесу управління наданням інтелектуальних сервісів для отримання можливості формування рекомендацій щодо сфери ефективного застосування інтелектуальної надбудови з централізованим принципом управління та інтелектуальної надбудови з децентралізованим принципом управління.

У монографії висловлено авторський погляд та методи вирішення наукової та прикладної проблеми визначення принципів управління інтелектуальними сервісами в NGN з метою підвищення якості управління інтелектуальними сервісами, що є однією з актуальних проблем у сучасних умовах. В першому розділі наведено особливості та історичний розвиток концепції NGN, визначено етапи впровадження інтелектуальних сервісів. У другому розділі наведено архітектуру інтелектуальних надбудов з централізованим та розподіленим принципами управління, виконано розробку комплексного критерію якості управління наданням інтелектуального сервісу в NGN. Третій розділ присвячено розробці аналітичних моделей інтелектуальних надбудов NGN. Надано метод урахування самоподібності потоку заявок на інтелектуальний сервіс при побудові аналітичної моделі ІНЦПУ. Наведено

методи формування часткових критеріїв (підкритеріїв) комплексного критерію якості управління наданням інтелектуального сервісу в NGN. У четвертому розділі виконано імітаційне моделювання процесів надання інтелектуальних сервісів на базі застосування систем моделювання GPSS та NS-2. Отримані результати формують науково-методологічну базу для подальшого удосконалювання методів та підходів до вирішення проблеми підвищення якості управління інтелектуальними сервісами.

Автори монографії:

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри Комп'ютерної інженерії Одеської національної академії харчових технологій **Князєва Ніна Олексіївна**.

Кандидат технічних наук, доцент кафедри Комп'ютерної інженерії Одеської національної академії харчових технологій **Шестопалов Сергій Вікторович**.

Автори вдячні аспірантам кафедри Інформаційних систем і мереж Одеської національної академії харчових технологій, які протягом 2014-2016 років приймали участь у підготовці матеріалів для даної роботи: Нєнову О.Л. (2.3.4, 3.5.4, 4.7.1), Кальченко А.С. (2.3.5, 3.3), Грищенко І.В. (2.3.3), Зіменко Л.М. (3.5.5), Пустовому Б.Л. (4.7.3, 4.7.4).

Автори, користуючись нагодою, висловлюють щирю подяку доктору технічних наук, професору **Корчинському Володимирі Вікторовичу** та кандидату технічних наук, доценту **Суслову Валерію Анатолійовичу** за цінні зауваження при рецензуванні рукопису.

Автори