

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ

Əlyazması hüququnda

MAHMUDOVA TÜRKAN MÜBARİZ QIZI
MƏHƏRRƏMOVA İLHAMƏ İLHAM QIZI
QARAYEV ELVİN FUAD OĞLU
ALLAHVERDİYEV VİLAYƏT İLDIRIM OĞLU

MOBİL ŞƏBƏKƏLƏRDƏ İMS TEXNOLOGİYALARININ
TƏTBİQİ

mövzusunda

MAGİSTRİK DİSSERTASIYASI

İxtisas: 060627 – “Elektronika, telekommunikasiya və radiotexnika
mühəndisliyi” ixtisasının

İxtisaslaşma: “Çoxkanallı telekommunikasiya sistemləri”

“Optik rabitə fizika və texnikası”

Elmi rəhbər:
t.e.d., professor

F.H. Məmmədov

BAKİ- 2023

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ	4
I Titul Vərəqi (Mahmudova Türkan Mübariz qızı).....	8
I FƏSİL. IMS ŞƏBƏKƏLƏRİNİN MOBİL RABİTƏ ŞƏBƏKƏLƏRİ İLƏ İNTE- QRASIYASININ TƏŞKİLİ.....	9
1.1. IMS (IP multimedia alt sistem) haqqında ümumi məlumatlar.....	9
1.2. İMS (IP multimedia alt sistemi) –in əsas xüsusiyyətləri və üstünlükləri.....	10
1.3. İMS (IP multimedia alt sistem) –in üç səviyyəli arxitekturası.....	13
1.4. İMS (IP multimedia alt sistem)-in üç səviyyəli fiziki modeli.....	18
1.5. İMS (IP multimedia alt sistem)-in vektor modeli.....	23
I FƏSİL ÜZRƏ NƏTİCƏ.....	24
II Titul Vərəqi (Məhərrəmov İlahə İlham qızı).....	25
II FƏSİL. KLASSİK MOBİL RABİTƏ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN FİZİKİ VƏ VEKTOR MODELƏRİNİN İŞLƏNMƏSİ.....	26
2.1. Klassik mobil rabitə şəbəkələri haqqında ümumi məlumatlar.....	26
2.2. 2.2. 1-ci nəsil (1G) şəbəkələri.....	27
2.3. 2-ci nəsil (2G) şəbəkələri.....	27
2.4. 3-cü nəsil (3G) şəbəkələri.....	29
2.5. Klassik mobil rabitə şəbəkələrinin əsas xüsusiyyətləri.....	30
2.6. Klassik mobil rabitə şəbəkələrinin fiziki modeli.....	31
2.7. Klassik mobil şəbəkələrində rabitənin təşkili.....	34
2.8. Klassik mobil rabitə şəbəkələrinin vektor modeli.....	35
II FƏSİL ÜZRƏ NƏTİCƏ.....	37
III Titul Vərəqi (Qarayev Elvin Fuad oğlu).....	38
III FƏSİL. KPRS TEXNOLOGİYASI ƏSASINDA QURULMUŞ CSM STANDARTLI MOBİL RABİTƏ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN FİZİKİ VƏ VEKTOR MODELƏRİNİN İŞLƏNƏSİ.....	39
3.1. GPRS texnologiyası əsasında qurulmuş CSM mobil rabitə şəbəkələri haq- qında ümumi məlumatlar.....	39

3.2. GPRS texnologiyası əsasında qurulmuş CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələrinin əsas xüsusiyyətləri.....	41
3.3. GPRS texnologiyası əsasında qurulmuş CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələrinin üstün cəhətləri.....	42
3.4. GPRS texnologiyası əsasında qurulmuş CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələrinin xidmət keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması modelləri.....	42
3.5. GPRS texnologiyası əsasında qurulmuş CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələrinin fiziki modeli.....	44
3.6. GPRS texnologiyası əsasında qurulmuş CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələrinin vektor modelləri.....	47
III FƏSİL ÜZRƏ NƏTİCƏ.....	39
IV Titul Vərəqi (Allahverdiyev Vilayət İldırım oğlu).....	50
IV FƏSİL. LTE STANDARTLI DÖRDÜNCÜ NƏSİL RABİTƏ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN FİZİKİ VƏ VEKTOR MODELƏRİNİN İŞLƏNMƏSİ.....	51
4.1. LTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələri haqqında ümumi məlumatlar.....	51
4.2. LTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələrinin xüsusiyyətləri və üstünlükləri.....	52
4.3. LTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələrinin texniki xarakteristikaları.....	53
4.4. LTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələrinin fiziki modeli.....	54
4.5. LTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələrinin vektor modeli.....	58
IV FƏSİL ÜZRƏ NƏTİCƏ.....	59
SON NƏTİCƏ.....	60
İSTİFADƏ OLUNAN ƏDƏBİYYATLAR.....	61

GİRİŞ

İşin aktuallığı. IMS - IP multimediya alt sistemi əsasən multiservisli nəqliyyat şəbəkələri əsasında qurulurlar [3], hansı ki, abunəçilərə yüksək xidmət keyfiyyətinə və veriliş sürətinə malik olan geniş çeşidli multimediya informasiyaları təqdim edir. IMS-in qurulmasının birinci mərhələsində IP protokolu əsasında kanal kommutasiyalı şəbəkələrlə paket kommutasiyalı şəbəkələrin inteqrasiya olunması məsələsi həll olunmuşdur, onun qurulmasının ikinci mərhələsində isə stasionar şəbəkələrlə mobil rabitə şəbəkələrinin inteqrasiyası məsələsi reallaşdırılmışdır. Bu zaman nəyin ki, texnologiyalar, sistemlər və şəbəkələr inteqrasiya olunmuşdur, həttdə bunlarla birlikdə xidmətlərin də inteqrasiyasıda həyata keçirilmişdir [3]. Bir platforma çərçivəsində bu şəbəkələrin inteqrasiya olunması üçün 3GPP və TISP AN işçi qrupları IP protokolu əsasında IMS (IP multimediya alt sistemi) işlənilib hazırlanmışlar.

Bu qruplar tərəfindən işlənilib hazırlanmış IMS platforması çərçivəsində aşağıda göstərilən gələcək infokommunikasiyaların reallaşdırılması nəzərdə tutulmuşdur [3]:

- qloballıq;
- Interaktivlik;
- informasiya təhlükəsizliyi;
- mühfizə;
- mobillik;
- fərdilik.

Stasionar və mobil şəbəkə istifadəçilərinə multimediya xidmətlərinin təqdim olunması üçün IP/MPLS texnologiyasından istifadə edilmişdir. Bu zaman sesiyaların idarə olunmasına cavabdehlik SIP- sesiya başlama protokoluna malik olan IMS alt sisteminin üzərinə düşmüşdür. IMS alt sistemi həm multimediya verilənləri ilə bağlı olan müxtəlif növ xidmətlərin, həm də IPTV xidmətlərinin idarə olunmasını həyata keçirir. IMS alt sistemi istifadəçilərə xidmətlərin təqdim olunmasını həm daxilolma texnologiyalarından asılı olmayaraq həyata keçirir, həm

də stasionar və mobil rabitə şəbəkələrində səsli informasiyaların və verilənlərin inteqrasiyasını reallaşdırır.

Yuxarıda göstərilənlərə əsasən qeyd etmək olar ki, mobil şəbəkələrdə IMS texnologiyalarının tətbiqinə həsr olunmuş bu dissertasiya işinin mövzusu çox aktualdır və perspektivlidir.

İşin məqsədi IMS altsistemi bazasında mobil rabitə şəbəkələrinin inteqrasiya olunmasının təşkilidir.

Qoyulan məqsədə çatmaq üçün işdə aşağıdakı məsələlər həll edilmişdir:

- mobil rabitə şəbəkələrinin inteqrasiyasını təmin edən IMS alt sisteminin arxitekturasının və fiziki modelinin işlənməsi, eləcə də bu modelin əsasında, onun vektor modellərinin təklif olunması;
- klassik mobil rabitə şəbəkələrinin ümumiləşdirilmiş fiziki modelinin işlənməsi və model əsasında, onun vektor modellərinin təklif olunmasıdır;
- KPRS üstqurumlu mobil rabitə şəbəkəsinin fiziki modelinin işlənməsi və bu model əsasında, onun vektor modellərinin təklif olunmasıdır;
- 4 G – LTE mobil şəbəkəsinin fiziki modelinin işlənməsi və bu model əsasında, onun vektor modellərinin təklif edilməsidir.

Tədqiqat obyektı. Mobil rabitə şəbəkələrinin inteqrasiyasını təmin edən IMS - IP multimediyaya alt sistemidir.

Tədqiqat üsulları. Dissertasiya işində rabitə şəbəkələri nəzəriyyəsi və vektorlar nəzəriyyələrindən istifadə edilmişdir.

İşin elmi yeniliyi. Dissertasiya işində alınan elmi yeniliklərə aşağıdakılar aiddir:

- IMS alt sisteminin fiziki modeli əsasında, onun vektor modelinin işlənməsi;
- klassik mobil rabitə şəbəkələrinin ümumiləşdirilmiş fiziki modeli əsasında, onun vektor modellərinin işlənməsi;
- KPRS üstqurumlu mobil rabitə şəbəkəsinin fiziki modeli əsasında, onun vektor modellərinin işlənməsi;
- dördüncü nəsil (4 G – LTE) mobil rabitə şəbəkəsinin fiziki modeli əsasında, onun vektor modellərinin işlənməsi.

İşin praktiki dəyəri. Dissertasiya işində alınmış elmi nəticələrin praktiki dəyərini aşağıdakılar aiddir:

- mobil rabitə şəbəkələrinin inteqrasiyasını təmin edən IMS altsisteminin arxitekturasının və fiziki modelinin işlənməsi;
- klassik mobil rabitə şəbəkələrinin ümumiləşdirilmiş fiziki modelinin işlənməsi;
- KPRS üstqurumlu mobil rabitə şəbəkəsinin fiziki modelinin işlənməsi;
- dördüncü nəsil (4 G – LTE) mobil şəbəkəsinin fiziki modelinin işlənməsi.

Müəllif müdafiəyə çıxarır:

- mobil rabitə şəbəkələrinin inteqrasiyasını təmin edən IMS altsisteminin işlənmiş arxitekturasını, fiziki modeli və bu model əsasında, onun təklif olunmuş vektor modelini;
- klassik mobil rabitə şəbəkələrinin işlənmiş, ümumiləşdirilmiş fiziki modeli və onun əsasında təklif olunmuş vektor modelini;
- KPRS üstqurumlu mobil rabitə şəbəkəsinin işlənmiş fiziki modeli və onun əsasında təklif olunmuş vektor modelini;
- dördüncü nəsil (4 G – LTE) mobil şəbəkəsinin işlənmiş fiziki modeli və onun əsasında təklif olunmuş vektor modelini;

İşin aprobasiyası. İşin elmi və praktiki nəticələri respublika miqyaslı bir elmi - texniki konfransda məruzə edilib.

Elmi nəşrlər. Dissertasiyanın əsas elmi nəticələri respublika miqyaslı bir elmi-texniki konfrans materiallarında iki məqalə nəşr edilib.

İşin həcmi. Dissertasiya işi girişdən, dörd fəsildən, nəticədən, 16 adda ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. İşin əsas hissəsi 52 səhifə mətndən, 27 şəkildən ibarətdir. İşin ümumi həcmi 75 səhifədir.

Dissertasiya işində qoyulmuş elmi məsələlər, onun aşağıdakı fəsillərində sistemli şəkildə həlli edilmişdir.

Girişdə dissertasiyasının mövzusunun aktuallığı, məqsədi, qarşıya qoyulan və həll edilən məsələlər, tədqiqat metodları, işin elmi yeniliyi, praktiki dəyəri, müdafiəyə çıxarılan məsələlər, işin strukturu və həcmi işıqlandırılmışdır.

Birinci fəsildə İMS alt sistemi haqqında ümumi məlumatlar, onun əsas xüsusiyyətləri və üstünlükləri, mobil rabitə şəbəkələrinin inteqrasiyasını təmin edən arxitekturası, fiziki modeli və bu model əsasında, onun təklif olunmuş vektor modelləri işıqlandırılır.

İkinci fəsildə klassik mobil rabitə şəbəkələri haqqında ümumi məlumatlar, onların əsas xüsusiyyətləri və üstünlükləri, işlənmiş ümumiləşdirilmiş fiziki modeli və onun əsasında təklif olunmuş vektor modelləri verilir;

Üçüncü fəsildə KPRS üstqurumlu mobil rabitə şəbəkələri haqqında ümumi məlumatlar, onların əsas xüsusiyyətləri, işlənmiş fiziki modeli və onun əsasında təklif olunmuş vektor modelləri işıqlandırılır;

Dördüncü fəsildə 4-cü nəsil (4 G – LTE) mobil rabitə şəbəkəsi haqqında ümumi məlumatlar, əsas xüsusiyyətləri və üstünlükləri, eləcə də əsas xarakteristikaları, işlənmiş fiziki modeli və bu model əsasında, onun təklif olunmuş vektor modelləri verilir.

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ

Mahmudova Türkan Mübariz qızı

Mobil şəbəkələrdə IMS texnologiyalarının tətbiqi

**[IMS ŞƏBƏKƏLƏRİNİN MOBİL RABİTƏ ŞƏBƏKƏLƏRİ İLƏ
İNTEQRASİYASININ TƏŞKİLİ]**

mövzusunda

MAGİSTRİK DİSSERTASİYASI

**İxtisas: 060627 – “Elektronika, telekommunikasiya və radiotexnika
mühəndisliyi”**

İxtisaslaşma: “Optik rabitə fizika və texnikası”

**Elmi rəhbər:
t.e.d., professor**

F.H. Məmmədov

B A K I – 2 0 2 3

I FƏSİL. IMS ŞƏBƏKƏLƏRİNİN MOBİL RABİTƏ ŞƏBƏKƏLƏRİ İLƏ İNTEQRASIYASININ TƏŞKİLİ

1.1. IMS (IP multimedia alt sistemi) haqqında ümumi məlumatlar

Telekommunikasiya sahəsinin vacib məsələlərindən biri texnologiyaların, sistemlərin, şəbəkələrin və xidmətlərin inteqrasiya olunması məsələsidir. Bu zaman tədarükçülərin əsas diqqəti kanal kommutasiyalı şəbəkələrlə paket kommutasiyalı şəbəkələrin, eləcə də paketlər, səs verilişi, video və verilənlərin bir şəbəkə çərçivəsində inteqrasiya olunmasına yönəldilmişdir. Srasionar şəbəkələrlə mobil şəbəkələrin inteqrasiyası özəl və korporativ istifadəçilər üçün yeni gəlir gətirən xidmətlərin tətbiqini xeyli asanlaşdırır. Yeni xidmətlərin tətbiqi və yeni gəlir mənbələrinin inkişafının ən sərfəli yolu IP şəbəkələrindən istifadə olunmasıdır. Mobil şəbəkələrdə IP-texnologiyasının tətbiqi xidmətlərin inteqrasiya olunması prosesini sadələşdirir və mobil şəbəkələrdə məlumat verilişinin həcmi daha da artırır.

Mobil şəbəkələrdə IP-texnologiyasının tətbiqi xidmətlərin inteqrasiyasını sadələşdirməyə və mobil şəbəkələrdə artan məlumat verilişinin həcmi artırılmasına kömək edə bilər. Bu məqsədə çatmaq üçün IP-texnologiyasına keçid üçün müxtəlif strategiyalar hazırlanmışdır. Bu strategiyalarda xidmətlərin inteqrasiya edilməsi məqsədilə proqram təminatından, yəni proqram kommutatorundan istifadə olunması nəzərdə tutulurdu, lakin operatorlara xidmətlərin inteqrasiya olunmasının təşkil üçün daha səmərəli yanaşmalar tələb olunurdu. Operatorlar üçün daha sərfəli yanaşma VoIP və xidmətlərin inteqrasiyasının təkili yanaşması idi. IP – şəbəkələrində ötürülən xidmətlərdən biri səsli informasiyanın ötürülməsi xidmətidir. Multimediyaya informasiyalarının, daxilolma qurğularının növlərinin və xidmətlərin çeşidlərinin genişləndirilməsi xidmətlərin şəbəkənin hər-hansı bir qovşağı və domeni ilə əlaqələndirilmədən inteqrasiya olunmuş yanaşma tələb edir.

Bir çox operatorlar düşünür ki, səsli və multimediyaya informasiyaların bir IMS platforması çərçivəsində inteqrasiya olunması daha effektivdir. Ona görə müxtəlif növ xidmətlərin bir platforma çərçivəsində inteqrasiya olunması

üçün IMS-dən geniş istifadə edilir. Beləliklə, IMS texnologiyası yaxın gələcəkdə simli, simsiz, stasionar və nəhəyat mobil şəbəkələr arasındakı sərhədləri tam aradan götürəcək və istifadəçilərə daxilolma şəbəkəsinin və abunəçi qurğularının növündən asılı olmayaraq istifadəçilərə biri-biri ilə daim qarşılıqlı əlaqədə olmağa imkan yaradacaq.

IMS- IP multimediya alt sistemi İnternet şəbəkəsini, ümum istifadəli telefon şəbəkəsini ÜİTŞ və simsiz daxilolma şəbəkələrinin qarşılıqlı əlaqədə olmalarına imkan yaradır, eləcə də daxilolma qurğularının və müxtəlif texnologiyaların inteqrasiyasını təmin edir.

IMS platforması aşağıdakı əlamətləri ilə xarakterizə olunur [13]:

- daxilolmanın şəffaflığı ilə, yeni nəqliyyat səviyyəsini və daxilolma səviyyəsini xidmətlər səviyyəsindən ayırılması;
- mövcud xidmətlərlə uyğunlaşma ilə, ümum istifadəli telefon şəbəkələri ilə qarşılıqlı əlaqədə olması;
- müxtəlif növ istifadəçi informasiyalarının mübadiləsi üçün standart mexanizmlərdən istifadə olunması ilə, istifadəçinin tanınması və eyni zamanda bir seans ərzində bir neçə müxtəlif xidmətlərin ötürülməsi ilə.

1. 2. IMS (IP multimedia alt sistemi) –in əsas xüsusiyyətləri və üstünlükləri

IMS şəbəkəsi özündə sessiya başlanmasını həyata keçirən SIP protokolunu və bütün yeni nəsil IP şəbəkələrinin əsas komponenti olan aparat proqram kompleksini ehtiva edir. Bu şəbəkə multimediya xidmətlərinin standartlaşdırılması və multimediya xidmətlərinin ötürülməsini həyata keçirmək üçün işlənmişdir

Universal arxitekturaya malik olması sayəsində eyni bir IMS şəbəkəsi həm 2G, 3G, 4G mobil şəbəkələr, həm də stasionar rabitə şəbəkələrin, o cümlədən ümum istifadəli telefon şəbəkələrini və hərəkətli radio rabitə şəbəkələrinin inteqrasiyasını həyata keçirə bilir. IMS texnologiyası stasionar şəbəkələrdə iri operatorlar şəbəkələrinin sayının azaldılması məqsədilə 2000-ci ilin ortalarında tətbiq olunmağa başlamışdır. IMS konsepsiyası çərçivəsində 4-cü nəsil LTE şəbəkəsinin sürətlə inkişafı ilə əlaqədar olaraq operatorların əsas diqqəti səsli (VoLTE) və “genişləndirilmiş” multimediya xidmətlərinin inkişaf etdirilməsinə yönəldil-

mişdir. Ona görə də IMS- konsepsiyasının tətbiqi üçün ən vacib amillərdən biri 4-cü nəsillə LTE şəbəkələrində səs xidmətlərinin dəstəklənməsinin vacib olmasıdır.

IMS şəbəkələri çoxlu sayda istifadəçilər və qurğular arasında informasiya verilişlərinin aparılmasını, eləcə də bir rabitə kanalı vasitəsilə müxtəlif növ çoxlu sayda xidmətlərin verilişini həyata keçirir. Bu şəbəkə bir seans ərzində real və qeyri real zaman ərzində müxtəlif xidmətlərin inteqrasiyasına və onların biri-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə olmasına imkan yaradır. Beləliklə, IMS-şəbəkəsi son istifadəçilərə xidmətlərin inteqrasiyası və xidmətlərin qarşılıqlı əlaqəsi kimi iki əsas funksiyanı həyata keçirir.

Xidmətlərin inteqrasiyası funksiyası özündə multimediyə rabitə seansının gedişində aktivləşən informasiya mühitinin dinamik dəyişməsinə ehtiva edir. Bu funksiyada istifadə olunan informasiya mühiti növlərinin çeşidi yalnız istifadəçi terminalının imkanları ilə müəyyən edilir. IMS şəbəkəsi bu gün yalnız bir sessiyada təqdim olunan müxtəlif xidmətləri “inteqrasiya” edir.

Xidmətlərin qarşılıqlı əlaqə funksiyası yeni imkanların yaradılmasını və istifadəçilərin ehtiyaclarını ödəməklə bu xidmətlərin paketlərə qablaşdırılmasını təmin edir. Bu funksiyanın reallaşdırılması zamanı istifadəçi sadəcə bir düyməni basmaqla veb-sayta baxa bilər, səsli və ya video zəngə keçə bilər. Beləliklə, göstərilən xidmətlər istifadəçilərə vahid iş mühiti yaratmaqla, onların biri-biri ilə qarşılıqlı əlaqə yaratmağa imkan verirlər.

IMS (IP Multimedia Subsystem) funksiyaların təkrarlanmasının qarşısını almaq və operatorun yükünü azaltmaq məqsədilə ayrı-ayrı xidmətlərə müqavilələr bağlamaq əvəzinə şəbəkələrin ümumilikdə qarşılıqlı əlaqələri üçün bir neçə əsas müqavilələrin bağlanmasına imkan verir.

IMS şəbəkələrinin aşağıdakı xüsusiyyətləri var [15]:

- çox səviyəlilik, hansı ki, nəqliyyat, idarə etmə və xidmət səviyyələrinin biri-birindən ayrılmasını həyata keçirir;
- daxilolmalardan aılı olmaması, hansı ki, operatorlara və provayderlərə stasionar və mobil şəbəkələrə inteqrasiya etməyə imkan verir;

- real və qeyri real vaxtlarda multimediya informasiyaların biri-biri ilə tam inteqrasiya olunmasını təmin edir;
- müxtəlif növ informasiyaların biri-biri ilə tam qarşılıqlı əlaqələrin yaradılmasını təmin etmək imkanına malik olması;
- bir seans çərçivəsində bir neçə multimediya informasiyaların birlikdə ötürülməsinə imkanın yaradılması.

IMS-alt sistemi yüksək texniki təminata malik olması sayəsində istifadəçilərə aşağıdakı müxtəlif növ xidmətləri təqdim edir [15]:

- səsli xidmətlərin mübadiləsi;
- video xidmətlərin təqdim edilməsi;
- informasiyaların yüksək sürətlə ötürülməsi;
- müxtəlif oyunların aparılması;
- konferens rabitənin yaradılması;
- interaktiv televiziyanın yaradılması;
- müxtəlif növ mətn söhbətlərinin aparılması.

IMS şəbəkəsi aşağıdakı əsas üstünlüklərə malikdir [15]:

- müxtəlif şəbəkələrin qarşılıqlı əlaqəsinin təmin olunması,
- yeni xidmətlərin yaradılması və onların sürətlə tətbiq olunması,
- ötürülən xidmətlərə xidmət keyfiyyətinin təmin olunması,
- hesablaşmanın dəqiq aparılması,
- istismara qoyulan kapital xərclərinin azaldılması;
- xidmətlərin çeşidlərinin artırılması;
- xidmətlərin geniş miqyaslaşmasının təmin olunması.

Beləliklə, səsli informasiyaların IP protokolu üzərindən verilənlər xidmətinin inteqrasiyası ilə telefoniyanın təkmilləşdirilməsi istifadəçilərə eyni zamanda şəkillər, real video və veb-kontentinin verilməsinə imkan yaradır. Bu xidmətlərin inteqrasiyası sayəsində həm də interaktiv multimediya xidmətlərinin kataloq haqqında informasiyalar, İnternetdə informasiyalara baxmaq və s. kimi xidmətlərlə inteqrasiyasıya olunması təmin edilir.

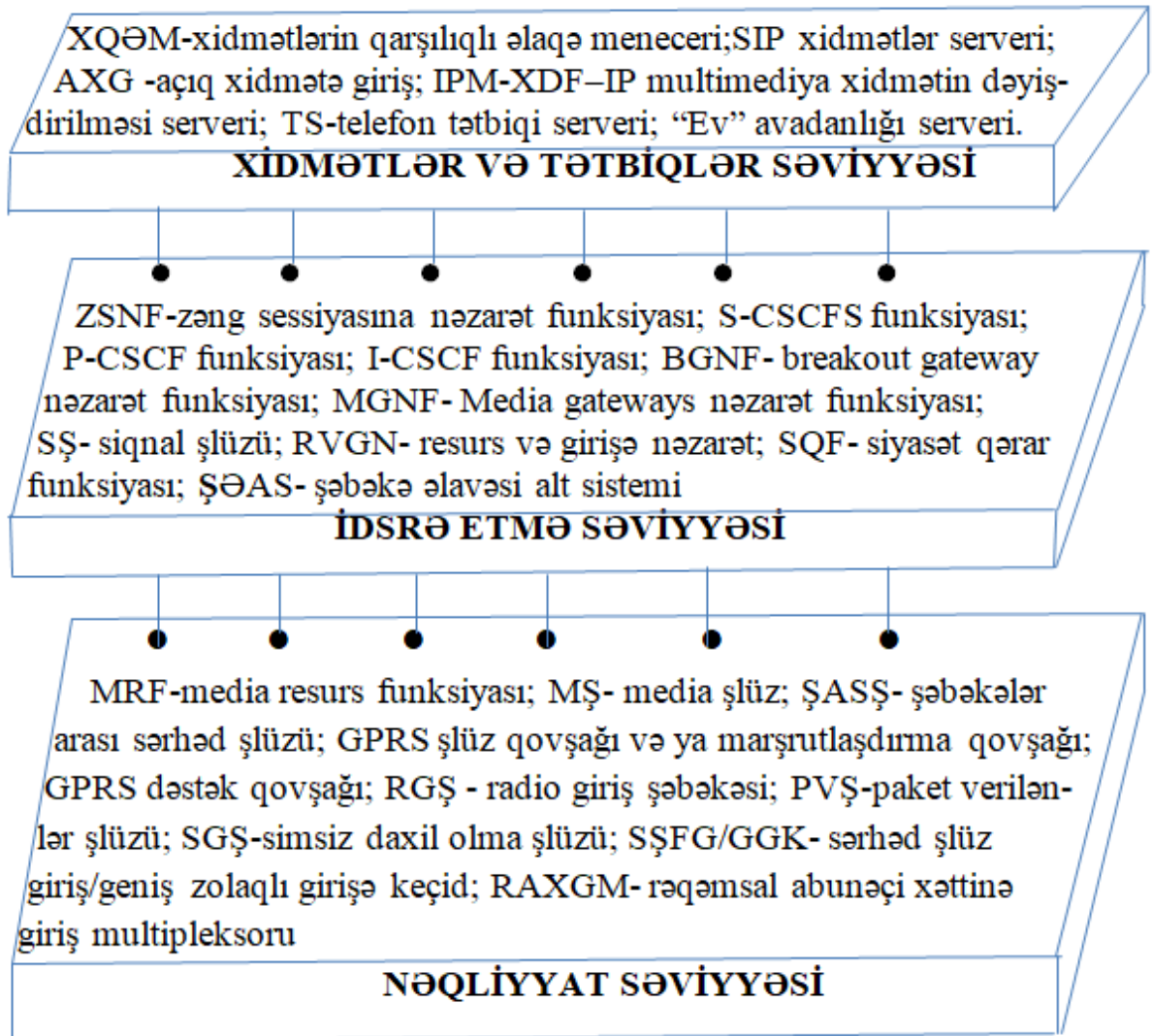
Beləliklə, İMS şəbəkələri təkcə VoIP xidmətlərini təqdim etmək imkanına malik deyil, bu şəbəkələr həm multimediyaya xidmətlərini IP-Centrex ilə inteqrasiya etmək, həm də kiçik/orta və böyük müəssisələr üçün uyğun olan təkmil qarşılıqlı fəaliyyət xidmətləri yaratmağa imkan verir.

1.3. İMS (IP multimedia alt sistem) –in üç səviyyəli arxitekturası

İMS şəbəkələrində hər hansı bir xidmətin istifadəçilərə çatdırılması kommunikasiya infrastrukturundan asılı deyil. Bu prinsipin əsasını İMS şəbəkələrinin qurulmasında laylı yanaşma təşkil edir, hansı ki, istifadəçilərə açıq xidmət göstərməyə imkan verir. İMS (IP multimediyaya alt sistemini)- in arxitekturası özündə xidmətlər və tətbiqlər, idarə etmə və nəqliyyat səviyyələrini ehtiva edir. İMS (IP multimediyaya alt sistemini)- in sadələşdirilmiş üç səviyyəli arxitekturası şəkil 1.1-də verilib.

Xidmətlər və tətbiqlər səviyyəsi. İMS şəbəkələrinin arxitekturası çox mürəkkəbdir, lakin buna baxmayaraq yeni proqramların yaradılmasında və ənənəvi xidmətlərlə inteqrasiya olunmaqda yüksək çevikliyə malikdir. Bu arxitektura, bir çox xidmətləri işə salmağa və onların arasında qarşılıqlı əlaqələrin idarə olunmasına imkan verir. Bu səviyyə özündə müxtəlif növ komponentləri ehtiva edir, hansılar ki, aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirirlər [16]:

- XQƏM-xidmətlərin qarşılıqlı əlaqə meneceri. Bu menecer tətbiqlər müstəvisinin və IMS-in qarşılıqlı əlaqəsinin idarə edilməsi funksiyasını yerinə yetirir;
- SIP xidmətlər serveri. Bu server SIP protokoluna əsaslanan SIP protokolu əsasında xidmətləri yerinə yetirən proqram serveridir. İMS-də olan bütün yeni xidmətlər məhz SIP AS serverində yerləşdirilir;
- AXG -açıq xidmətə giriş – xidmət imkanlı server. Bu server açıq girişə malik olan xidmətlərə interfeysi təmin edir;
- IPM-XDF–IP multimediyaya- xidmətin dəyişdirilməsi serveri. Bu server xidmətlərin kommutasiyasını həyata keçirir.
- TTS-telefon tətbiqi serveri. Bu sever SIP protokolundan gələn məlumatları qəbul edib emal edir və edilən zənglərin necə başlanmasını müəyyənləşdirir, eləcə də zəng siqnallarının emal olunmasını təmin edir.



Şəkil 1.1. İMS (IP multimediya alt sistemini)- in sadələşdirilmiş üç səviyyəli arxitekturası

- “Ev” avadanlığı serveri. Bu server özündə istifadəçi verilənlərini saxlayır və xidmətlərlə bağlı olan istifadəçilərin fərdi verilənlərinə daxil olmaları təmin edir. 2G mobil şəbəkə ilə işləmək üçün onun tərkibində “Ev” abunəçilərinin verilənlər bazası EAVB və identifikasiya mərkəzi İM fəaliyyət göstərir.

“Ev” avadanlığı serveri hər bir istifadəçinin istifadə etdiyi xidmətlər haqqında açıq verilənlər bazası funksiyasını yerinə yetirir, yəni onda istifadəçilər hansı xidmətlərə abunə olub, bu xidmətlər aktivləşdirilibmi və istifadəçi tərəfindən hansı nəzarət parametrlərinin təyin olunması haqqında məlumatlar saxlanılır.

İdarə etmə səviyyəsi. Bu səviyyə özündə İMS-in bütün funksiyalar toplusunu ehtiva edir və sessiyaların idarə edilməsi funksiyasını yerinə yetirir. Bu səviyyə özündə müxtəlif növ komponentləri ehtiva edir və aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirirlər:

- ZSNF-zəng sessiyasına nəzarət funksiyası. Bu funksiya çağırışları və seansların idarə olunması funksiyasını yerinə yetirir. Zəng sessiyasına nəzarət bu səviyyədə İMS platformasının idarə olunmasında əsas funksiyadır. ZSNF funksiyası SIP protokolu əsasında istifadəçilərə çoxsaylı real vaxt xidmətlərinin çatdırılmasını təmin edir. Bu funksiya həm də istifadəçi və proqram profilləri əsasında dinamik məlumatlardan istifadə etməklə şəbəkə resuslarından səmərəli istifadə olunmasını təmin edir.

ZSNF-zəng sessiyasına nəzarət modulu özündə üç əsas funksiyanı ehtiva edir [16]:

- S-CSCFS funksiyası. Bu funksiya İMS-in mərkəzi qovşağıdır, hansı ki, son qurğularla mübadil olunan SIP –məlumatlarının emalını həyata keçirir;

- P-CSCF funksiyası. Bu funksiya İMS terminalı üçün İMS nüvəsinin daxilində siqnal səviyyəsində birinci kontakt nöqtəsini təmin edir. Bu nöqtənin üzərindən bütün istifadəçi trafikini İMS sistemində düşür.

- I-CSCF funksiyası. Bu funksiya xarici şəbəkələrlə əlaqələndirici rolunu oynayır. Onun əsas funksiyası xarici abunəçilərin xidmətlərə daxil olmasının üstünlüklerini təyin etməkdir və uyğun tətbiq serverinin seçilməsi, eləcə də ona daxil olma-

nın təmin edilməsidir. I-CSCF, konkret abunəçi üçün S-CSCF-i tapmaq üçün “Ev” avadanlığı serverinə sorğu göndərir.

- BGNF- breakout gateway nəzarət funksiyası. BU funksiya kommutasiya domeni ilə IMS şəbəkəsi arasında çağırışların göndərilməsini idarə edən elementdir. Telefon nömrələri əsasında marşrutlaşmanı həyata keçirir və kanal kommutasiya domenində şlüzü seçir, hansı ki, IMS-in ümum istifadəli telefon şəbəkəsi ilə, yaxud CSM-lə qarşılıqlı əlaqəni təmin edir.

- MGNF- Media şlüzə nəzarət funksiyası. Şlüzlərin idarə olunmasını həyata keçirir və H.248/MEGACO protokollarını istifadə edərək IMS-in nəqliyyat şlüzlərində birləşmələri idarə edir.

- SŞ- siqnal şlüzü. Bu şlüzün funksiyası ümum istifadəli telefon şəbəkəsinin ÜİTŞ siqnalını MGNF-in qəbul edə biləcəyi şəkildə çevirməkdir.

- RVGN- resurs və girişə nəzarət. Bu resursların və daxilolmaların idarə olunması alt sistemidir və şlüzün idarə olunmasından istifadə etməklə daxilolmaların və şəbəkəyə girişin idarə olunması funksiyasını yerinə yetirir.

- SQF- siyasət qərar funksiyası. Bu funksiya informasiya trafikinin xüsusiyyətləri ilə fəaliyyət göstərən və sesianın təşkili, yxud onun qadağan edilməsini və s. müəyyən edən siyasət seçimi funksiyasıdır.

- ŞƏAS- şəbəkə əlavəsi alt sistemi. Bu şəbəkənin qoşulması alt sistemidir. IP ünvanlarının dinamik təyin edilməsi, IP-səviyyəsində identifikasiya və s. onun əsas funksiyasıdır.

Nəqliyyat səviyyəsi. Bu səviyə istifadəçi avadanlıqları UE vasitəsilə IMS şəbəkəsinə qoşmağı həyata keçirir. IMS şəbəkəsinin terminalı halında 3G telefonu, PDA avadanlığı və şlüzlər istifadə oluna bilər. Bu səviyyə özündə müxtəlif növ komponentləri ehtiva edir və aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirirlər:

- MRF-media resurs funksiyası. Bu funksiya özündə MRFP-media resurs funksiyası prosessorunu və MRFK- media resurs funksiyası kontrollerini ehtiva edir.

- MRFK kontrolleri konferens-rabitə zənglərini, xəbərdarlıq siqnallarının və verilən siqnalların transkodlaşdırılmasını həyata keçirir.

- MRFP-media resurs funksiya prosessoru MRFKdən gələn siqnal əsasında şəbəkənin mediarekurslarının paylanması həyata keçirir və aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirir:

- şəbəkədə xəbərdarlıq siqnalları üçün multimedia axınının xidmət olunması;
- şəbəkəyə daxil olan multimedia axınlarının inteqrasiya edilməsi;
- ötürülən transkodlaşdırılmış multimedia məlumatlarının emalı;
- MŞ- media şlüz. Bu şlüz ötürülən axınların ümum istifadəli telefon şəbəkəsinin ÜİTŞ axınlarına düz və əks çevirməsini həyata keçirir;
- ŞASS- şəbəkələr arası sərhəd şlüzü. Bu şlüz stansiyalar arası qarşılıqlı əlaqəni təmin edir və şəbəkənin təhlükəsizliyini həyata keçirir.
- GPRS şlüz qovşağı və ya marşrutlaşdırma qovşağı. Bu qovşaq mobil şəbəkənin üst qurumu olan GPRS-lə İMS şəbəkəsi arasında fəaliyyət göstərir.
- GPRS dəstək qovşağı. Bu qovşaq GPRS üstqurumunun abunəçilərinə xidmət funksiyasını həyata keçirir.
- RGŞ - radio giriş şəbəkəsi. Bu şəbəkə özündə radio daxilolma avadanlıqlarını ehtiva edir və İMS şəbəkələri ilə mobil rabitə şəbəkələrinin qarşılıqlı əlaqəsini həyata keçirir.
- PVŞ-paket verilənlər şlüzü. Bu paket şlüzü WLAN şəbəkəsinin istifadəçi avadanlıqlarının İMS şəbəkəsin girişini təmin etmək funksiyasını həyata keçirir və uzaq IP-ünvanının uzaqdan bir IP ünvanının yayımına, istifadəçi avadanlıqlarının İMS-də qeydiyyatına və təhlükəsizlik funksiyalarının təmin edilməsi funksiyasını yerinə yetirir.
- SGŞ-simsiz daxil olma şlüzü. Simsiz daxilolma şlüzü WLAN şəbəkəsi ilə İMS şəbəkəsinin qarşılıqlı əlaqəsini təmin edir.
- SŞFG/GGK- sərhəd şlüz giriş/genişzolaqlı giriş keçid. Şəbəkənin bu elementi genişzolaqlı istifadəçi avadanlıqlarının İMS şəbəkələrinə daxilolmanı təmin edir.
- RAXGM- rəqəmsal abunəçi xəttinə giriş multipleksoru. Şəbəkənin bu element genişzolaqlı daxilolmanı istifadə edən abunəçilərin İMS şəbəkəsinə birləşməsini təmin edir.

1.4. İMS (IP multimedia alt sistem)-in üç səviyyəli fiziki modeli

İMS konsepsiyası çərçivəsində müxtəlif növ şəbəkələrin inteqrasiya olunması özündə xidmətlər səviyyəsi, idarə etmə səviyyəsi və nəqliyyat səviyyəsini ehtiva edən multiservisli və çoxsəviyyəli arxitekturalı daha səmərəli şəbəkələrin yaradılmasına imkan verir. İMS müxtəlif növ şəbəkələr üçün, o cümlədən ümum istifadəli telefon şəbəkələri ÜİTŞ, hərəkətli radio rabitə şəbəkələri HRRŞ, 2G, 3G, 4G və 5G mobil şəbəkələr üçün ümumi arxitekturaya malikdir, hansı ki, xidmət keyfiyyətinin artması, verilişlərin səmərəliliyinin yaxşılaşdırılmasını, yeni multimediyaya xidmətlərinin tətbiqini təmin edir. Bunlarla bərabər bu arxitektura həm də şəbəkənin planlaşdırılmasının sadələşdirilməsi və təkmilləşdirilməsi, eləcə də texniki xidmət funksiyalarının biri-birindən ayrılması sayəsində əməliyyat xərclərinin minimuma çatdırılmasına imkan verir.

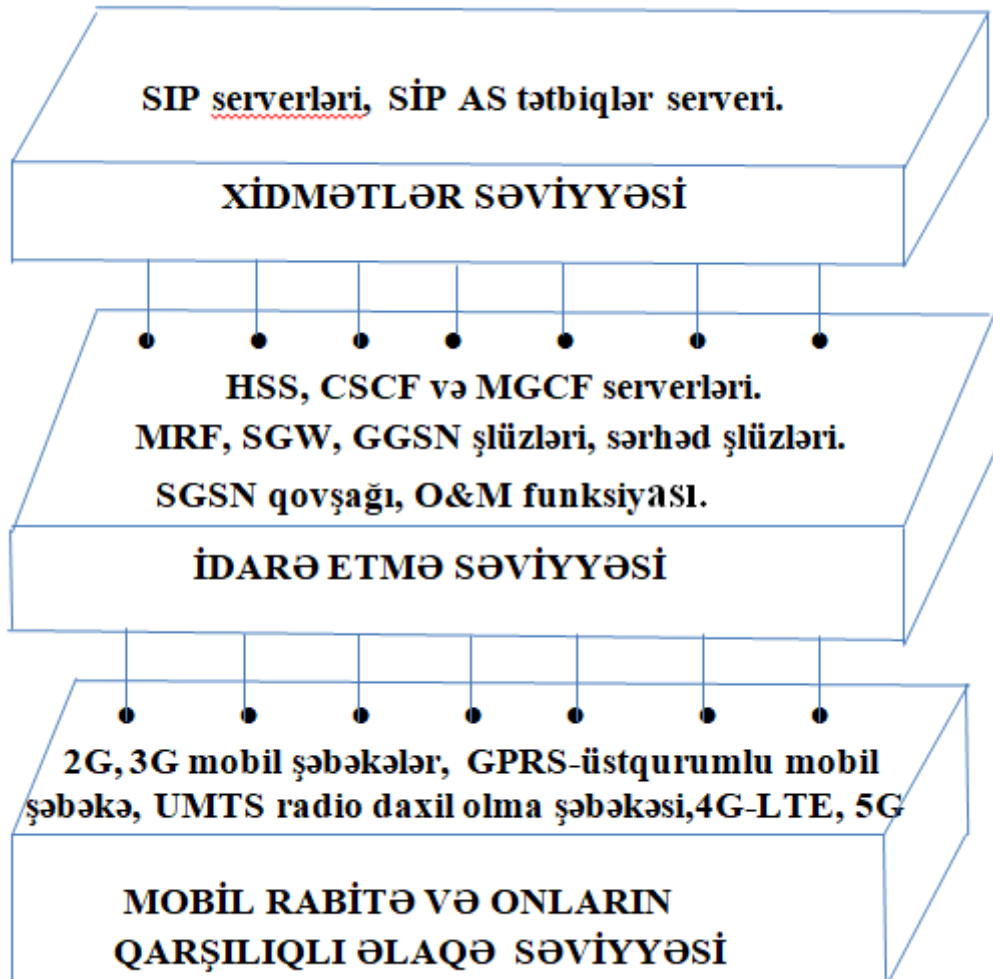
Son zamanlar İnternet şəbəkəsində VoIP (İnternet üzərindən səs protokolu) ilə informasiyaların veriliş keyfiyyəti yüksək səviyyəyə çatmışdır. Ona görə də bir çox iri müəssisələr bu xidmətdən istifadə edirlər, digərləri isə bu xidmətdən istifadə etməyə keçmək ərafəsindədirlər. İMS konsepsiyası çərçivəsində səsli informasiyaların və verilənlərin inteqrasiya olunması bu şəbəkənin qurulmasına qoyulan kapital xərclərin azalmasına, onun səmərəliliyinin, eləcə də funksionallığının artırılmasına imkan verir.

İMS konsepsiyası çərçivəsində müxtəlif növ mobil şəbəkələrin inteqrasiya olunmasını nəzərə almaqla onun üç səviyyəli fiziki modeli işlənmişdir. İMS (IP Multimedia alt sistemi)-in fiziki modeli şəkil 1.2-də göstərilib.

Bu model özündə xidmətlər səviyyəsi, idarə etmə səviyyəsi, mobil rabitə və onların qarşılıqlı əlaqə səviyyəsini ehtivah edir. İMS-in xidmətlər səviyyəsində istifadəçilərə əlavə xidmətlərin təqdim olunması SIP serveri və tətbiqlər serveri adlanan SIP AS vasitəsilə həyata keçirilir.

SIP serveri aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirir [16]:

- telefon xətlərinin son nöqtələri arasında qarşılıqlı əlaqələrin təmin edilməsi;
- hər bir rabitə seansının parametrlərinin uğunlaşdırılması;
- sesiyə ərzində verilənlər mübadiləsinin təmin edilməsi;



Şəkil 1.2. IMS (IP Multimedia altstem) – in üç səviyyəli fiziki modeli

- onların parametrlərinin korrektə olunması;
- sesiya zamanı xətlər arasında keçidlərin təmin edilməsini və eləcə də rabitə seansının sona çatmasını.

SİP AS serveri SIP siqnalizasiya prosesində nəməlum hücumların və zərərli anomaliyaların aşkarlanması, eləcə də onların aradan qaldırılması funksiyalarını yerinə yetirir.

İMS şəbəkəsinin idarəetmə səviyyəsi özündə HSS, CSCF və MGCF serverlərini, MRF, SGW, GGSN və sərhəd şlüzlərini, SGSN qovşağını, eləcə də O&M-dəstək funksiyasını ehtiva edir.

HSS serveri özündə abunəçilərin mövcudluğunu/statusunu və yerini nəzərə almaq üçün bütün lazımi məlumatları ehtiva edir. HSS serveri ilə CSCF arasında qarşılıqlı əlaqənin yaradılması üçün tarifləşmə funksiyasını həyata keçirən “diameter” protokolundan istifadə olunur.

CSCF serveri aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirir]16]:

- çağırış seanslarının idarə olunmasını;
- şəbəkənin son qurğularları arasında mübadilə olunan SIP məlumatlarının işlənməsi və istifadəçi trafikinin İMS şəbəkəsinə daxil edilməsini;
- CSCF-in sorğulanmasını və mərkəzləşdirilmiş marşrutlaşma qurğusunun müəyyən edilməsini;
- şəbəkə siyasətinin təyin olunmasını.

MGCF serveri media şlüzlərin idarə edilməsinə cavabdehdir.

MRF media şlüzü tətbiqi proqram təminatıdır və media faylların (video, audio və ya şəkilləri) rəqəmsal formatda saxlanılmasını, onların şəbəkə üzərindən əlçatanlığının təmin edilməsini, eləcə də tətbiqlər serveri və son qurğular arasında ötürülən media axınlarının işlənməsi funksiyalarını yerinə yetirir.

SGW siqnal şlüzü ümumi kanal siqnalizasiya qovşaqları arasında siqnal məlumatlarının mübadiləsini həyata keçirir. Siqnal məlumatları özündə zənglərin qoşulması, konkret yerlərin və ünvanların göstərilməsi, eləcə də qısa məlumatları və digər xidmətlərlə bağlı məlumatları ehtiva edir.

GGSN şlüzü GPRS üstqurumunda paketlərin istifadəçilərə düzgün ötürülməsi funksiyasını yerinə yetirir.

Sərhəd şlüzləri istifadəçilər və xidmət təminatçıları arasında xidmət səviyyəsi razılaşmalarına riayət etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bu şlüzlər şəbəkə sərhədləri arasında yerləşir və SIP seanslarının təhlükəsizliyini təmin etmək funksiyasını həyata keçirirlər.

SGSN qovşağı GPRS şlüzünü dəstəkləyir və giriş nöqtələri əsasında xidmətlərin keyfiyyətini müəyyən etmək üçün məsuliyyət daşıyır və trafik sayının təyin edilməsini həyata keçirir.

O&M funksiyası şəbəkənin istismar effektivliyinin artırılmasını təmin edir, onun vəziyyətinin qeydiyyatını aparır, signal informasiyalarının monitorinqini və veriliş keyfiyyətinə nəzarəti həyata keçirir.

IMS-in mobil rabitə və onların qarşılıqlı əlaqə səviyyəsi özündə 2G, 3G, GPRS, UMTS radio daxilolma şəbəkəsi, 4G-LTE və 5G mobil şəbəkəsini ehtiva edir.

Ümumiyyətlə bu mobil şəbəkələr məlumat vericisi ilə məlumat alıcısı arasında informasiya mübadiləsini həyata keçirirlər. Bu şəbəkələrin qurulmasında hər biri bir pətəyə bənzəyən və kiçik bir sahəyə xidmət edən radio stansiyalarından istifadə olunur. 2G rəqəmsal şəbəkəsinin analoqlu şəbəkələrlə müqaisədə aşağıdakı üstünlüklər var [15,16]:

- yüksək veriliş sürətinə malik olması (14,4 kbt/s);
- təhlükəsizliyin yüksək dərəcədə təmin olunması;
- rəqəmsal və qısa mətn məlumatlarının ötürülməsi.

3G mobil şəbəkəsinin 2G şəbəkəsindən fərqi informasiya verilişinin paket kommutasiya texnologiyası əsasında təşkili və yüksək veriliş sürətinə malik olmasıdır. 3G mobil şəbəkəsi UMTS, FOMA və CDMA texnologiyaları əsasında qurulur, hansılar ki, verilənlərin ötürülməsini uyğun olaraq 2048 kBit /s, 384 kBit/s və 144 kBit/s veriliş sürətləri ilə həyata keçirirlər.

Mobil telekommunikasiya şəbəkələrində son zamanlar müasir növ servis xidmətlərinin sürətlə inkişaf istiqamətləri müşahidə olunur. Bu istiqamətlərdən biri

verilənlərin paketlərlə ötürülməsini həyata keçirən radiorabitə xidməti adlanan GPRS (General packet radio service) xidmətidir, hansı ki, klassik mobil telekommunikasiya şəbəkələrinin genişləndirilməsi üçün işlənmişdir. GPRS texnologiyası özündən əvvəlki mobil şəbəkələrə nisbətən şəbəkə resurslarından daha səmərəli istifadə olunmasını təmin edir. Bu texnologiyadan istifadə olunan zaman bir kanalda səsli informasiyanın, verilənlərin, video və internet trafikinin və s. ötürülməsi bu şəbəkələrin multisevis şəbəkələri kimi fəaliyyət göstərməsinə gətirib çıxarmışdır. GPRS üstqurumlu mobil şəbəkələrin aşağıdakı üstün cəhətləri var [15,16]:

- yüksək veriliş sürəti;
- xidmətlərin tarif dərəcəsinin hesablanması birləşmənin müddətindən asılı olmaması;
- sürətli və sabit birləşmənin aparılması;
- birləşmə kəsilmədən bütün növ informasiyaların eyni vaxtda birlikdə ötürülməsi;
- birləşmə zamanı telefonun enerji resurslarından səmərəli istifadə olunması.

UMTS radio daxilolma şəbəkəsi CSM standartlı mobil şəbəkələrin əsas nüvəsini təşkil edir. Bu şəbəkə HSDPA+ protokundan istifadə etməklə CSM və CDMA şəbəkələrinə daxilolmanın təmin olunmasına, 42 Mbit/s sürətilə informasiya verilişinin həyata keçirilməsinə, İnternet səhifələrinin sürətlə açılmasına, faylların tez yüklənməsinə və videolara baxmağa imkan verir.

4G-LTE mobil şəbəkəsinin əsasını WiMAX və LTE texnologiyaları təşkil edir. LTE texnologiyası GSM standartlı mobil telekommunikasiya şəbəkəsinin inkişafında yeni mərhələdir. Bu şəbəkədə trafik ötürülməsi fərqli vaxt bölgüsü ilə müxtəlif tezlik diapazonlarında həyata keçirilir. 4-cü nəsillə LTE şəbəkəsinin 3-cü nəsillə şəbəkəsindən fərqi rəqəmsal informasiyanın yüksək sürətlə ötürülməsidir, yəni avtomobildə gedən insanların bu şəbəkə ilə İnternetə daxilolma sürəti 100 Mbit/s, piyadalar üçün isə 1Gbit/s-dir.

5G şəbəkəsi dünyaca məşhur Huawei şirkəti tərəfindən hazırlanmış və ilk dəfə

olaraq Cənubi Koreyada istismara verilmişdir. Bu şəbəkənin özündən əvvəlki şəbəkələrdən fərqi yüksək veriliş sürətinə malik olmasıdır və aşağıdakı veriliş sürətlərinə malikdir:

- orta məlumat ötürmə sürəti 1 Gbit/s;
- eyni vaxtda qoşulmaların orta sayı 1 milyon/km²;
- yüksək enerji səmərəliliyi və şəbəkə gecikməsi 1 ms - dir.

1.5. İMS (IP multimedia alt sistem)-in vektor modeli

İMS şəbəkəsinin şəkil 1.2-də verilmiş fiziki modelinin genişləndirilməsi məqsədilə, onun vektor baza modelini aşağıdakı vektorla yazmaq olar:

$$W = [X, \dot{I}, M],$$

burada X, \dot{I} və M – uyğun olaraq xidmətlər, idarəetmə, mobil rabitə və onların qarşılıqlı əlaqə səviyələrinin alt sistemlərini göstərən subvektorlardır.

X - subvektorunu aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$X = [V_{SIP}, V_{SIP\ AS}],$$

burada V_{SIP} və $V_{SIP\ AS}$ - uyğun olaraq SIP və SIP AS serverləri altçoxluqlarını göstərir.

\dot{I} – subvektoru bərabərdir:

$$\dot{I} = [V_{HSS}, V_{CSCF}, V_{MRF}, V_{SGW}, V_{MGCF}, V_{CSCF}, V_{SS}, V_{SGSN}, V_{GGSN}, V_{O\&M}],$$

burada $V_{HSS}, V_{CSCF}, V_{MRF}, V_{SGW}, V_{MGCF}, V_{CSCF}, V_{SS}, V_{SGSN}, V_{GGSN}$ və $V_{O\&M}$ - uyğun olaraq HSS serverin, CSCF serverin, MRF media şlüzün, SGW signal şlüzün, MGCF şlüzün, CSCF funksiyasının, sərhad şlüzlərin, SGSN qovşağının və GGSN qovşağının və dəstək funksiyası, O&M funksiyası alt çoxluqlarıdır.

M – subvektoru aşağıdakı formulla təyin olunur:

$$M = [V_{2G}, V_{3G}, V_{GPRS}, V_{4G}, V_{5G}],$$

burada $V_{2G}, V_{3G}, V_{GPRS}, V_{4G}$ və V_{5G} – uyğun olaraq 2-ci nəsil mobil şəbəkəsi, 3-cü nəsil mobil şəbəkəsi, GPRS üstqurumunun, 4-cü nəsil mobil şəbəkəsi və 5-ci nəsil mobil şəbəkələrinin alt çoxluqlarıdır.

I FƏSİL ÜZRƏ NƏTİCƏ

1. IMS şəbəkələrinin xüsusiyyətlərinin analizi aparılmış, onun xidmətlərin inteqrasiyası və xidmətlərin qarşılıqlı əlaqəsi kimi iki əsas funksiyanı həyata keçirməsi qeyd edilmişdir. Bu şəbəkənin səsli xidmətlər, video xidmətlər, məlumatların ani mübadiləsi, müxtəlif oyunlar, kollektiv konferens - rabitənin təşkili, interaktiv televiziya, mətn söhbətləri və s. kimi xidmətlər təqdim etmək imkanına malik olması göstərilmişdir. IMS şəbəkələrinin universal arxitekturası sayəsində onun özündə həm bütün mobil şəbəkələrin inteqrasiyasının həyata keçirilməsi və onların qarşılıqlı əlaqələrinin təmin etməsi kimi xüsusiyyətləri vurğulanmışdır.
2. IMS şəbəkəsinin özündən əvvəl mövcud olan şəbəkələrlə müqaisəli analizi aparılmış, müqaisə nəticəsində IMS-in səs xidmətləri də daxil olmaqla yeni növ xidmətlərin inkişaf etdirilməsi, onların sürətlə tətbiq olunması, keyfiyyətli xidmətlərin (QoS) göstərilməsi, eləcə də istismara qoyulan kapital xərclərinin azaldılması, xidmətlərin çeşidlərinin və miqyasının genişləndirilməsi kimi üstünlüklərə malik olması qeyd olunmuşdur.
3. IMS (IP multimediyaya alt sistemi)-in arxitekturasının işlənməsi məsələsinə baxılmış və nəticə olaraq bu alt sistemin xidmətlər və tətbiqlər səviyyəsi, idarə etmə səviyyəsi və nəqliyyat səviyyəsindən ibarət olan üç səviyyəli arxitekturası işlənilib hazırlanmışdır.
4. IMS şəbəkəsinin fiziki modelinin işlənməsi məsələsinə baxılmış və onun özündə xidmətlər səviyyəsi, idarə etmə səviyyəsi, mobil rabitə və onların qarşılıqlı əlaqə səviyyəsini ehtiva edən üç səviyyəli fiziki modeli işlənmiş, bu modelin genişləndirilməsi məqsədilə baxılan şəbəkənin vektor baza modeli və bu model əsasında, onun subvektor modelləri təklif olunmuşdur.

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ

Məhərrəmov İlahə İlham qızı

Mobil şəbəkələrdə IMS texnologiyalarının tətbiqi

**[KLASSİK MOBİL RABİTƏ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN FİZİKİ VƏ VEKTOR
MODELLƏRİNİN İŞLƏNMƏSİ]**

mövzusunda

MAGİSTRİK DİSSERTASIYASI

**İxtisas: 060627 – “Elektronika, telekommunikasiya və radiotexnika
mühəndisliyi”**

İxtisaslaşma: “Çoxkanallı telekommunikasiya sistemləri”

**Elmi rəhbər:
t.e.d., professor**

F.H. Məmmədov

B A K I – 2 0 2 3

II FƏSİL. KLASSİK MOBİL RABİTƏ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN FİZİKİ VƏ VEKTOR MODELƏRİNİN İŞLƏNMƏSİ

2.1. Klassik mobil rabitə şəbəkələri haqqında ümumi məlumatlar

CSM (Mobil rabitə üçün qlobal sistem) standartlı klassik mobil rabitə şəbəkələri telekommunikasiya sahəsinin ən müasir və sürətlə inkişaf edən sahəsidir [1]. Bu şəbəkələrdə rabitənin təmin edildiyi ərazi ayrı-ayrı pətəklərə bölünür, bu zaman abunəçi hər bir pətəkdə bir qayda olaraq eyni xidmət paketi alır. Beləliklə, bir pətəkdən digər pətəyə keçən zaman abunəçilər ərazidən asılı olmayaraq rabitə xidmətlərindən sərbəst istifadə edə bilirlər. Yerdəyişmə zamanı abunəçilər tərəfindən yaradılmış birləşmə (səsli zəng, verilənlər və s.) kəsilməməli və onun fasiləsizliyi təmin olunmalıdır, hansı ki, “hondever” adlanan qurğu ilə təmin olunur. Abunəçilər tərəfindən yaradılan birləşmə, sanki, “estafet” qaydasında qonşu pətəklər tərəfindən tutulur, abunəçilər isə İnternet üzrə informasiya mübadiləsini davam etdirirlər.

CSM standartlı klassik mobil telekommunikasiya şəbəkələrində kanalların zamanına görə bölünməsilə çox saylı girişli metoddan (TDMA) istifadə olunur. TDMA kadrının strukturu özündə 124 daşıyıcının hər birində 8 zaman mövqeyini ehtiva edir [2]. Bu şəbəkələr üzrə informasiyalı məlumatların ötürülməsi zamanı radio kanallarda səhvlərdən qorunmaq məqsədilə blok və ultra dəqiq kodlaşdırmadan istifadə olunur. Mobil stansiyaların kiçik yerdəyişmə sürətində, həm kodlaşdırma effektivliyinin artırılması, həm də rabitə seansı zamanı saniyədə 217 sıçrayış sürəti ilə işçi tezliklərinin yavaş dəyişdirilməsi təmin olunur. CSM standartlı klassik mobil telekommunikasiya şəbəkələrində minimal tezlik sürüşməsi ilə Qaus tezlik manipulyasiyasından istifadə olunur [1,2]. İnförmasiya emalı, onun fasiləli ötürülməsi prosesi çərçivəsində həyata keçirilir, hansı ki, yalnız informasiya verilən zaman vericinin qoşulmasını, verilişin sonunda isə onun ayrılmasını təmin edir. İnförmasiya çevricisi qurğusu halında impuls həyacanlandırması/uzunmüddətli və xətti proqnozlaşdırılmalı kodek istifadə olunur. Bu şəbəkələrdə informasiyanın çevrilmə sürəti 13 kbit/s-dir [1,2]. Şəbəkə elementlərinin funksional qarşılıqlı əlaqəsi bir sıra interfeyslər vasitəsilə həyata keçirilir. CSM standartlı mobil telekommunikasiya şəbəkələrinin bütün funksional komponentləri 7Nə-li ümum kanal siqnallaşma

sisteminə ÜKS uyğun olaraq qarşılıqlı fəaliyyət göstərir [1,2].

Klassik mobil rabitə şəbəkələrinə 1-ci nəsil (1G), 2-ci nəsil (2G) və üçüncü nəsil (3G) şəbəkələri aiddir, hansıların ki, izahı aşağıda verilmişdir.

2.2. 1-ci nəsil (1G) şəbəkələri

Analoqlu şəbəkə olan 1G şəbəkələri ilk dəfə 1979-cu ildə Yaponiyada istifadəyə verilmişdir, XX əsrin 80-cı illərində isə Avropa və ABŞ-da populyarlıq qazanmışdır. Xidmətlərin təqdim olunmasına ilk başlayanlardan biri 1981-ci ildə bir sıra Skandinaviya ölkələri tərəfindən yaradılmış rəqəmsal NMT-450 (Nordic Mobil Telefon) sistemi olmuşdur. Bunlardan sonar 400-500 MHz tezlik diapazonunda işləyən digər mobil şəbəkələr meydana gəlmişdir. Belə şəbəkələrə misal olaraq ənənəvi tezlik bölgüsü (FDMA) ilə işləyən və yalnız səsli zənglərin ötürülməsini həyata keçirən Almaniyada istehsalı olan S-450, Fransa istehsalı olan Radio com-2000, İtalya istehsalı olan RTMS-101H, ABŞ istehsalı olan AMPS, Skandinaviya istehsalı olan NMT-900, İngiltərə istehsalı olan TACS və ETACS, eləcə də Yaponiya istehsalı olan HCMTS, J-TACS mobil rabitə şəbəkələrini göstərmək olar.

Bu şəbəkələrdə veriliş sürəti aşağı olmaqla (2,4 Kbit/s) bərabər, həm də xidmət keyfiyyəti də istifadəçilərin tələblərinə cavab vermirdi. Bunları nəzərə alaraq şəbəkə tədarükçüləri yaxşı xidmət keyfiyyətinə və yüksək veriliş sürətinə malik olan rəqəmsal şəbəkələrin, yəni 2-ci nəsil (2G) və üçüncü nəsil (3G) mobil rabitə şəbəkələrinin tədarükünə keçməyə başlamışdılar.

2.3. 2-ci nəsil (2G) şəbəkələri

Şəbəkə tədarükçüləri bu növ şəbəkələrin layihələndirilməsinə keçən əsrin 90-cı illərin əvvəllərində başlamışlar. 2G şəbəkələrin özündən əvvəlki şəbəkələrdən fərqi aşağıdakılardır [1,2]:

- tezlik bölgüsü (FDMA) əvəzinə zaman bölgülü (TDMA) və kod bölgüsü (CDMA) ilə birlikdə spektral effektiv modulyasiya üsullarından istifadə edilməsi;
- istifadəçilərə geniş spektrli xidmətlər təqdim edilməsi və məlumatların şifrələnməsi imkanına malik olması.

2G şəbəkələrinin mərhələli şəkildə inkişaf etdirilməsi planlaşdırılmışdır, hansılar ki, adətən üç mərhələyə bölünmüşdür:

Birinci mərhələdə aşağıdakı xidmətlərin verilməsi nəzərdə tutulmuşdur [1,2]:

- səsli məlumatların ötürülməsi;
- beynəlxalq rəqəmsal əlaqələrin təşkili;
- 9,6 kbit/s sürətilə faks və verilənlərin ötürülməsi;
- zənglərin ayrı-ayrı isiqamətlər üzrə yönləndirilməsi;
- qadağan olunmuş zənglərin verilməsi;
- qısa mesaj xidmətlərinin təqdim edilməsi.

İkinci mərhələdə aşağıdakı əlavə xidmətlərin təqdim edilməsi nəzərdə tutulmuşdur [1,2]:

- verici stansiyasının tanınması;
- gözləyən xidmətlərin ötürülməsi;
- edilən zənglərin saxlanılması;
- konfrens-rabitənin təşkili;
- qapalı istifadəçi qrupunun yaradılması;
- əlavə verilənlərin ötürülməsi üçün imkanların yaradılması.

Üçüncü mərhələ özündə biznes yönümlü tətbiqlərin yaradılması və ümumilikdə məlumat ötürmə imkanlarının genişləndirilməsini ehtiva edirdi. Bunlara aşağıdakılar aiddir [1,2]:

- HSDCS;
- GPRS;
- çox şaxəli xidmətlər profilinin təşkili;
- şəxsi nömrələmə planlarının yaradılması;
- Centrex xidmətlərinə çıxışın təmin edilməsi;
- GSM 1800, P-GSM 1900 və DECT şəbəkələri ilə qarşılıqlı əlaqələrin təşkili.

2G şəbəkələrində veriliş və qəbul üçün ayrılmış 25MHzs tüzlik zolağında 124 rabitə kanalı və onun kənarlarında isə 100 KHz qoruyucu zolaqlar yerləşdirilir.

Bu şəbəkələrdə FDMA və TDMA daxilolma metodları istifadə olunur,

hansılar ki, bir aparıcı tezlik zolağında eyni zamanda 8 səs kanalının yerlədirilməsinə imkan verir. Nitqin çevrilməsini həyata keçirən qurğu halında səs kodeki istifadə olunur, hansının ki, veriliş sürəti 13 kbit/s-dir. Radiokanallarda yaranan səhvlərdən mühafizə olunmaq üçün blok kodlarından istifadə olunur.

Bu şəbəkələrə aid olan HSPA (Yüksək sürətli paket girişli) UMTS standartlı mobil şəbəkələr özündən əvvəlki mobil şəbəkələrə nisbətən daha perspektivli şəbəkələrdir. Bu şəbəkələr verilənlərin baza stansiyasından abunəçiyə ötürülməsini tənzimləyən HSDPA standartına və eləcə də abunəçidən baza stansiyasına ötürülməsini tənzimləyən HSUPA standartının əsasında qurulurlar. İndi Azərbaycan da daxil olmaqla dünyanın bir sıra mobil operatorları hazırda UMTS və HSPA+ texnologiyaların birləşməsindən geniş istifadə edirlər. Bu mobil rabitə şəbəkələri 3GPP beynəlxalq standart təşkilatı tərəfindən layihələndirilmiş və təsdiq edilmişdir.

2.4. 3-cü nəsil (3G) şəbəkələri

3G mobil rabitə şəbəkələrinin inkişaf mərhələlərində məlumatların veriliş sürətinin artırılması məsələsi qoyulmuş və həll edilmişdir. Bu məqsədlə aşağıdakı üç texnologiyadan istifadə edilməsi nəzərdə tutulmuşdur [1,2]:

- HSCSD
- GPRS;
- EDGE

HSCSD texnologiyasının əsas xüsusiyyəti onun daha çox sadə olması və TDMA kadrında yalnız bir pətək deyil, bir neçə pətəkdən istifadə olunması, ümumilikdə dörd pətəkdən istifadə etməsidir. Bu texnologiya əksər hallarda vidiotelefoniyada istifadə olunur, haradakı o, “nöqtə-nöqtə” rejimində işləyir və CSM şəbəkəsinin strukturunun dəyişdirilməsinə ehtiyac duyulmur. Bu texnologiyanın çatışmayan cəhəti veriliş sürətinin aşağı olması və İnternetlə zəif qarşılıqlı əlaqədə olmasıdır.

HSCSD texnologiyasının çatışmayan cəhətlərini GPRS texnologiyasına keçməklə aradan qaldırmaq olar. Ona görə də bu şəbəkənin növbəti inkişaf mərhələsi GPRS paket radio xidmətinin yaradılmasına səbəb olmuşdur. GPRS texnologiyası

özündən əvvəl istifadə olunan texnologiyalara nisbətən şəbəkə resurslarından daha səmərəli istifadə etməyə imkan verir. GPRS üst qurumunun yaradılması paket yönümlü İnternetin uğurlu inkişafı ilə bağlıdır.

EDGE texnologiyasında veriliş sürəti 384kbit/s-dir. Bu texnologiyanın istifadə olunması zamanı şəbəkəyə yeni element qoşulmur və şəbəkənin infrastrukturunda heç bir dəyişiklik edilmir. EDGE texnologiyası ilə GPRS texnologiyası arasında gözə çarpayacaq dərəcədə fərq var, ona görə də bu texnologiya EGPRS adlanır, hansı ki, təkmilləşdirilmiş və genişləndirilmiş mənasını verir. Verilənlərin ötürülməsinin veriliş sürətinin artırılması üçün kanalın spektrinin enini dəyişdirmədən 200 kHs saxlamaqla daha səmərəli olan modulyasiya sxemindən istifadə olunmaqla yeni texnologiya işlənmişdir, hansı ki, EDGE adlandırılmışdır. Bu texnologiyada 8-PSK növ modulyasiyadan istifadə olunmuşdur ki, bunun da sayəsində veriliş sürətinin qiyməti 640 kbit/s-yə çatdırılmışdır.

EDGE texnologiyasının tətbiqi yalnız baza stansiyalarına təsir göstərmişdir və bunu nəticəsində şəbəkənin digər elementləri və onun baza stansiyalarının kontrollerinin proqram təminatınatı istisna olmaqla qəbul/verici stansiyanın strukturu, tam dəyişikliyə məruz qalmışdır.

Bu şəbəkələr aşağıdakı üstünlüklərə malikdir [6].:

- yüksək sürətli və keyfiyyətli informasiyaların (səsli zəng, verilənlər və s.) ötürülməsi;
- avadanlıqların və göstərdiyi xidmətlərin ucuz başa gəlməsi;
- istifadəçi avadanlıqlarının kiçik ölçülü olması;
- digər CSM şəbəkələrinə keçid zamanı abunəçilərin mobil telefondan istifadə etmək imkanına malik olması.

Bu üstünlüklər CSM standartlı mobil telekommunikasiya şəbəkələrinin tədqiqat obyektini kimi seçilməsini daha da aktualaşdırır.

2.5. Klassik mobil rabitə şəbəkələrinin əsas xüsusiyyətləri

CSM standartlı klassik mobil telekommunikasiya şəbəkələrinin aşağıdakı xüsusiyyətləri var [6]:

- şəbəkənin abunəçilərinin mobil olması;

- şəbəkənin abunəçilərinin müəyyən bir yerə “bağlı” olmaması;
- şəbəkə abunəçilərinin bütün şəbəkə ərazisi daxilində hərəkət edə bilməsi;
- şəbəkə abunəçilərinin kənar şəbəkələrdə hərəkət edə bilməsi.

Bu şəbəkələrdə bütün kanalların məşğul olduğu bir pətəkdə zəng etməyə cəhd edilən zaman, bir qayda olaraq, birləşmə kəsilmir, çünki, çağırışların xidmət olunması məşğul olmayan və kifayət qədər siqnal səviyyəsinə malik olan qonşu pətəyə yönəldilir. Bu şəbəkələrin strukturu özündə daha çox elementləri və müxtəlif növ rabitə kanallarını ehtiva edir, hansılar ki, onların strukturunu daha da mürəkkəbləşdirir. Ona görə də bu işdə əsas diqqət CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələrinin strukturunun sadələşdirilməsinə yönəldilmişdir.

2.6. Klassik mobil rabitə şəbəkələrinin fiziki modeli

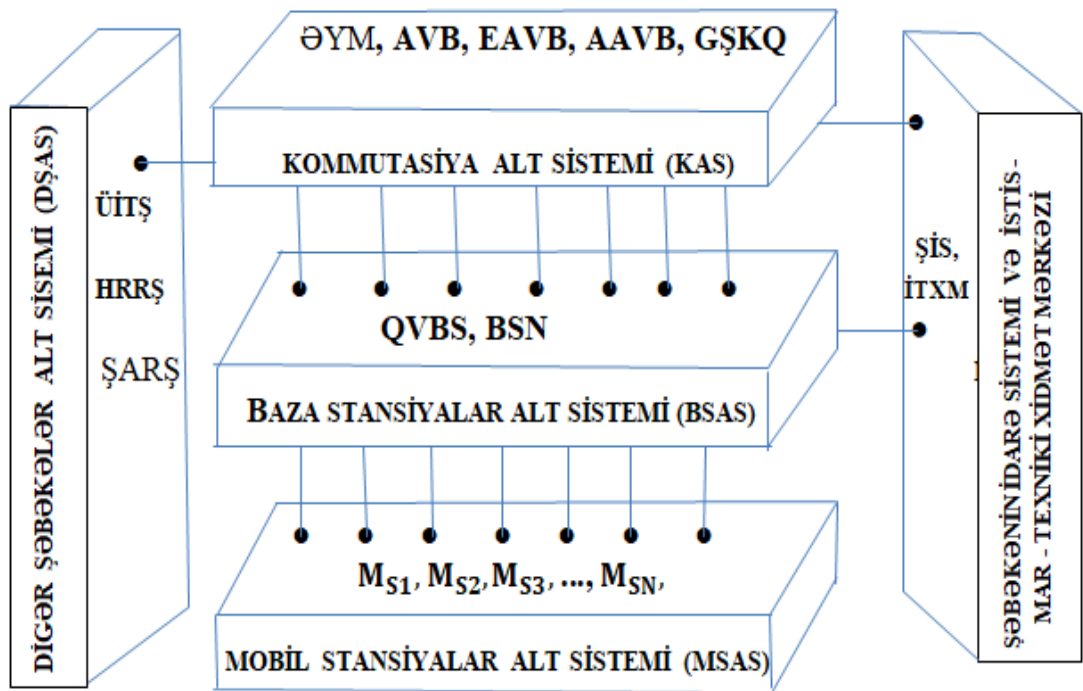
Bu model özündə baza stansiyalar alt sistemi BS AS, kommutasiya alt sistemi KAS, mobil stansiyalar alt sistemi, şəbəkənin idarə sistemi və digər şəbəkələr alt sistemi kimi beş sistemi ehtiva edir. CSM standartlı klassik mobil telekommunikasiya şəbəkələrinin fiziki modeli şəkil 2.1- də göstərilib.

Kommutasiya alt sistemi KAS, informasiyaların xidmət olunması funksiyasını yerinə yetirir və özündə əsilliyin yoxlanılması mərkəzini ƏYM, abunəçi verilənlər bazası AVB, “Ev” abunəçilərinin verilənlər bazası EAVB, abunəçi avadanlıqlarının verilənlər bazası AAVB və GSM şəbəkəsinin kommutasiya qovşaqları GŞKQ ehtiva edir, hansılar ki, aşağıdakı funksiyaları həyata keçirirlər [6]:

ƏYM, abunəçilərin əsilliyinin yoxlanılmasını həyata keçirir və bununla da şəbəkəyə icazəsiz girişin qarşısının alınmasını təmin edir. Abunəçi hər dəfə telefon açanda, səsli zəng edir, SMS göndərir və s., hansıların ki, ƏYM-dən alınan məlumatlar əsasında mobil kommutasiya vasitəsilə onların əsilliyi yoxlanılır.

AVB - də, həm mobil kommutasiya mərkəzinin xidmət zonasında olan aktiv abunəçilər, həm də bu mobil kommutasiya mərkəzinə aid olan ev abunəçiləri və onda müvəqqəti fəaliyyət göstərən, yəni digər telekommunikasiya operatorlarının və ya başqa regionların abunəçiləri haqqında məlumatlar saxlanılır.

EAVB - də, həm mobil kommutasiya mərkəzinə aid olan abunəçilər, həm də təqdim olunan xidmətlər, onların vəziyyəti, abunəçilərin yeri haqqında və s. məlu-



2.1. CSM standartlı klassik mobil telekommunikasiya şəbəkələrinin fiziki modeli

matlar saxlanılır.

AAVB, mobil telefonların identifikasiya nömrələri haqqında məlumatları özündə saxlayır, hansılar ki, oğurlanmış telefonların bloklanması üçün istifadə olunur.

GŞKQ, şəbəkənin xidmət ərazisində yerləşən baza stansiyaları və baza stansiyalarının nəzarətçilərini idarə edir. Onun əsas funksiyası şəbəkə abunəçiləri arasında əlaqə yaratmaqdır. Bu qovşaq vasitəsilə həm də stasionar telefon və şəhərlər arasındakı rabitə şəbəkələri ŞARŞ, eləcə də digər rabitə şəbəkələri arasında birləşmələrin yaradılması həyata keçirilir.

Baza stansiyalar alt sistemi BSAS radiointerfeysə aid olan bütün funksiyaları yerinə yetirir. Bu alt sistemin daxilində qəbul/veriliş baza stansiyaları QVBS və baza stansiyalar nəzarətçiləri BSN fəaliyyət göstərir. Onun xidmət sahəsi, hər biri bir QVBS-lə əhatə olunan pətkələrə bölünür və idarə olunur. QVBS mobil stansiyalar MS ilə BSN arasında fiziki radiointerfeysi təmin edir.

QVBS-in tərkibində qəbul/verici yığıcı, rəqəmli prosessorlar və müxtəlif təyinatlı kommutasiya avadanlıqları fəaliyyət göstərir. QVBS-in avadanlıqları modul prinsipində qurulur ki, bu da radiotezlik qurğularının sayının artırılmasına imkan verir. Bütün vacib yüksək tezlikli avadanlıqlar, rəqəmsal qurğular və qida mənbələri konstruktiv olaraq avtonom rejimdə işləyirlər. QVBS-də üfqi müstəvidə şüalanma diaqramının eni 120° olan istiqamətlənmiş antenlərdən istifadə olunur. QVBS avadanlığının tərkibinə, həm də vəziyyət və iş rejimləri göstəricisinə malik olan diaqnostik qurğular daxildir. QVBS-in sınaqdan keçirilməsi və köklənməsi üçün, onun xarici terminala qoşulmaq imkanı mövcuddur.

BSN, bir neçə baza stansiyaları və radiokanalların paylanmasını idarə edir, baza stansiyaları ilə mobil rabitənin kommutasiya mərkəzi arasında birləşməni nəzarət edir, birləşmələrin növbələşməsini və tezlik sıçrayışlarının tənzimlənməsini həyata keçirir, eləcə də QVBS-dən alınan məlumatlar əsasında "estafet" verilişinin xidmət keyfiyyəti haqqında qərar qəbul edir.

Şəbəkənin idarə etmə sistemi və istismar-texniki xidmət mərkəzi GSM standartlı mobil telekommunikasiya şəbəkəsinin mərkəzi elementi sayılır və özün-

də şəbəkənin idarə etmə sistemini və istismar – texniki mərkəzini ehtiva edir.

İdarə etmə sistemi bu şəbəkənin idarə olunmasını təmin edir, istismar – texniki xidmət mərkəzi isə onun istismar-texniki xidmətini həyata keçirir. İstismar-texniki xidmət mərkəzi, şəbəkə trafikinin monitorinqinin aparılmasını və bütün şəbəkə elementlərində baş verən qəza siqnallarına nəzarəti, şəbəkədə baş verə biləcək qəzanın xarakterindən asılı olaraq, onu avtomatik olaraq və ya personalın aktiv müdaxiləsi ilə aradan qaldırmasını təmin edir. Bu sistem, həm KAS və həm də BSAS alt sistemlərinə çıxışa malikdir.

Mobil stansiyalar alt sistemi MS AS özündə mobil stansiyaları MS ehtiva edir və şəbəkə abunəçilərinin qarşılıqlı əlaqəsini həyata keçirirlər. Mobil stansiyanın tərkibinə radioverici/qəbuledici, ekran və rəqmsal siqnal prosessoru və SIM kart kimi fiziki avadanlıqlar daxildir, hansılar ki, səsli məlumatların əlçatanlığını təmin edir. SIM kart, istifadəçinin aid olduğu provayderin bütün xidmətlərindən istifadə olunmasını təmin edir.

Digər şəbəkələr alt sistemi özündə ümum istifadəli telefon şəbəkəsi ÜİTŞ, hərəkətli radio rabitə şəbəkəsi HRRŞ və şəhərlər arası rabitə şəbəkəsini ŞARŞ ehtiva edir.

2.7. Klassik mobil şəbəkələrində rabitənin təşkili

Mobil şəbəkələrdə baza stansiyaları BS və mobil stansiya MS arasında aşağıda göstərilən iki növ rabitə kanalı yaradılır [7,12]:

- idarəetmə kanallarını;
- İnformasiya kanallarını.

İdarə etmə kanalları xidmət sorğusunun yerinə yetirilməsi, abunəçiyə zəng edilməsi və zəng edən və çağırılan abunəçilər arasında əlaqənin yaradılması ilə bağlı məlumat mübadiləsi üçün nəzərdə tutulub.

İnformasiya kanalları istifadəçilər arasında səs, və ya məlumat ötürmək üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Mobil stnsiya MS idarə etmə kanalında daim gözləmə rejimində işləyir. Mobil stansiyalar MS özünə qonşu olan idarəetmə kanallarını izləyir və baza stan-

siyalarına siqnalın səviyyəsi güclü olan siqnal kanalını seçir. hansı ki, informasiyaları yüksək keyfiyyət göstəriciləri ilə kommutasiya mərkəzinə ötürür.

Mobil rabitə sistemlərində abonentlər bir pətəkdən digərinə keçdikdə rabitə fasiləsizliyi təmin edilməlidir. Bunun üçün MS daima qonşu BS-lərin idarəetmə kanallarını izləyir və siqnalı ən yüksək səviyyəyə malik olan kanalı seçir, hansı ki, MS-nin hərəkətini izləməyə imkan verir, əgər MS başqa pətəyə daxil olarsa, yeni baza stansiyası seçilir. MS rabitəsinin belə təşkili rabitə seansını kəsmədən və abonentlərə hiss olunmadan hondover qurğusu vasitəsilə həyata keçirilir.

MS-dən rabitə seansı üçün sorğu baza stansiyasından keçməklə məşqul olmayan rabitə kanalı vasitəsilə kommutasiya mərkəzinə göndərilir. Kommutasiya mərkəzi mobil stansiyanın məlumatlarına əsasən çağrılan mobil stansiyanın əhatə dairəsində yerləşən baza stansiyasını müəyyən edir və ona çağrılan abunəçinin nömrəsini göndərir. Bundan sonar baza stansiyası idarə etmə kanalı vasitəsilə zəngi çağrılan abunəçiyə ötürür.

Çağrılan mobil stansiya ona ünvanlanan mesajı nömrə ilə tanıyır və baza stansiyasına cavab göndərir. Bu cavab əsasında kommutasiya mərkəzi zəng edən və çağrılan baza stansiyası arasında rabitə kanalı yaradır. Bununla da onların arasında informasiya mübadiləsi başlayır. Əgər rabitə seansı zamanı mobil stansiya başqa bir baza stansiyasının əhatə dairəsinə keçərsə, onda kommutasiya mərkəzinin nəzarəti altında köhnə kanal rabitə seansını kəsmədən yenisi ilə əvəz olunur.

2.8. Klassik mobil rabitə şəbəkələrinin vektor modeli

Bu şəbəkələrin şəkil 2.1-də verilmiş fiziki modelini genişləndirmək məqsədilə, onun baza modelini aşağıdakı vektorla yazmaq olar:

$$W = [K, B, M, D, \mathcal{S}],$$

burada K, B, M, D və \mathcal{S} – uyğun olaraq kommutasiya alt sistemi, baza stansiyalar alt sistemi, mobil stansiyalar alt sistemi, digər şəbəkələr alt sistemi, şəbəkənin idarə sistemi və istismar-texniki xidmət mərkəzi alt sistemini göstərən subvektorlardır.

K - subvektorunu aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$K = [V_{\Delta YM}, V_{AVB}, V_{EAVB}, V_{AAVB}, V_{G\mathcal{S}KQ}],$$

burada $V_{\text{ƏYM}}$, V_{AVB} , V_{EAVB} , V_{AAVB} və $V_{\text{GŞKQ}}$ – uyğun olaraq əsilliyin yoxlanılması mərkəzi alt çoxluqları, abunəçi verilənlər bazası alt çoxluqları, “Ev” abunəçilərinin verilənlər bazası alt çoxluqları, abunəçi avadanlıqlarının verilənlər bazası alt çoxluqları və CSM şəbəkəsinin kommutasiya qovşaqları alt çoxluqlarıdır.

B- subvektoru bərabərdir:

$$B = [V_{\text{QVBS}}, V_{\text{BSN}}],$$

burada V_{QVBS} və V_{BSN} - uyğun olaraq qəbul/veriliş baza stansiyalar alt çoxluqları və baza stansiyalar nəzarətçisi alt çoxluqlarıdır.

M – subvektorunu aşağıdakı formulla yazmaq olar:

$$M = [M_1, M_2, M_3, \dots, M_N],$$

burada $M_1, M_2, M_3, \dots, M_N$ - N sayda mobil stansiyalar alt çoxluqlarıdır.

D –subvektorunu aşağıdakı formulla yazmaq olar:

$$D = [V_{\text{ÜİTŞ}}, V_{\text{HRRŞ}}, V_{\text{ŞARŞ}}],$$

burada $V_{\text{ÜİTŞ}}$, $V_{\text{HRRŞ}}$ və $V_{\text{ŞARŞ}}$ - uyğun olaraq ümum istifadəli telefon şəbəkəsi alt çoxluqları, hərəkətli radio rabitə şəbəkəsi alt çoxluqları və şəhərlər arası rabitə şəbəkəsi alt çoxluqlarıdır.

Ş- subvektoru bərabərdir:

$$Ş = [V_{\text{ŞİS}}, V_{\text{İTXM}}],$$

burada $V_{\text{ŞİS}}$ və $V_{\text{İTXM}}$ - uyğun olaraq şəbəkənin idarə etmə sistemi alt çoxluqları və istismar - texniki xidmət mərkəzi alt çoxluqlarıdır.

II FƏSİL ÜZRƏ NƏTİCƏ

1. CSM standartlı klassik mobil rabitə şəbəkələri bütövlükdə analiz edimiş, onların yüksək sürətli və keyfiyyətli səsli məlumatların, eləcə də verilənlərin ötürülməsinin təmin edilməsi, avadanlıqların və göstərdiyi xidmətlərin ucuz başa gəlməsi, istifadəçi avadanlıqlarının kiçik ölçülü olması, digər CSM şəbəkələrinə keçid zamanı abunəçilərin mobil telefondan istifadə etmək imkanına malik olması kimi üstün cəhətlərə malik olması qeyd olunmuşdur.
2. CSM standartlı klassik mobil rabitə şəbəkələrinin informasiyaların ötürülməsi prosesləri analiz edilmiş, nəticə olaraq bu şəbəkələrin sadələşdirilmiş üç səviyyəli fiziki modeli işlənilib hazırlanmışdır.
3. CSM standartlı klassik mobil rabitə şəbəkələrinin işlənmiş fiziki modelinin riyazi baxımdan genişləndirilməsi məsələsinə baxılmış, vektorlar nəzəriyyəsi əsasında bu şəbəkələrin fiziki modelinin baza vektor modeli işlənmiş və onun əsasında subvektor modelləri təklif olunmuşdur.

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ

Qarayev Elvin Fuad oğlu

Mobil şəbəkələrdə IMS texnologiyalarının tətbiqi

**[GPRS TEXNOLOGİYASI ƏSASINDA QURULMUŞ CSM STANDARTLI
MOBİL RABİTƏ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN FİZİKİ VƏ
VEKTOR MODELƏRİNİN İŞLƏNƏSİ]**

mövzusunda

MAGİSTRİK DİSSERTASİYASI

**İxtisas: 060627 – “Elektronika, telekommunikasiya və radiotexnika
mühəndisliyi”**

İxtisaslaşma: “Çoxkanallı telekommunikasiya sistemləri”

**Elmi rəhbər:
t.e.d., professor**

F.H. Məmmədov

B A K I – 2 0 2 3

III FƏSİL. GPRS TEXNOLOGİYASI ƏSASINDA QURULMUŞ CSM STANDARTLI MOBİL RABİTƏ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN FİZİKİ VƏ VEKTOR MODELƏRİNİN İŞLƏNƏSİ

3.1. GPRS texnologiyası əsasında qurulmuş CSM mobil rabitə şəbəkələri haqqında ümumi məlumatlar

Keçən əsrin 80-cı illərində Poçt və teleqraf Avropa konfransı ümumavropa mobil rabitə sisteminin yaradılması məqsədilə GSM (Xüsusi mobil işçi qrupu) yaradılmışdır. Bu sistemə aid aşağıdakı tələblər qoyulmuşdur [8]:

- səsli informasiyaların yüksək keyfiyyət göstəricilərinin təmin edilməsi;
- şəbəkənin avadanlıqlarının və təqdim olunacaq xidmətlərin ucuz başa gəlməsinin təmin edilməsi;
- digər CSM şəbəkələrinə keçid zamanı istifadəçilərə mobil telefondan istifadə etmək imkanının təmin edilməsi.

Bu işçi qrupun təklif etdiyi layihə əsasında 90-cı illərin əvvəllərində 22 ölkədə 36 CSM şəbəkəsi fəaliyyətə başlamışdır, 25 ölkədə isə bu şəbəkələrin qəbul olunmasına qərar verilmişdir.

Sonralar bu işçi qrupunun layihəsi əsasında aşağı veriliş sürətinə malik olan GSM-900, GSM-1800, 2G, 2,5G, 3G kimi şəbəkələri meydana gəlmişdir. Lakin İnternetin yaranmasından sonra belə bir aşağı veriliş sürəti kifayət dərəcədə aşağı görünür və heç bir şəkildə müasir tələblərə cavab vermir. Bu səbəbə görə GSM şəbəkələrində veriliş sürətinin artırılması üçün yeni standartların işlənilməsinə başlanılmışdır.

Bu standartların işlənilməsi nəticəsində GPRS (Ümumi Paket Radio Xidməti) meydana gəlmişdir, hansı ki, CSM mobil rabitə şəbəkələrinin üstqurumu sayılır. GPRS üstqurumlu CSM şəbəkələri verilənlərin ötürülməsini paket kommutasiyası prinsipində həyata keçirir. Bu şəbəkələr özündə iki əlavə qovşağı ehtiva edir [8]:

- GGSN adlanan GPRS şlüz qovşağı;
- SGSN adlanan GPRS xidmət qovşağı.

SGSN adlanan GPRS qovşağı aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirir [8]:

- istifadəçinin əsilliyinin tanınması;

- istifadəçiyə şəbəkəyə daxil olmaq üçün icazə verilməsi;
- daxilolmaya nəzarət edilməsi;
- paketlərin marşrutlaşması;
- mobilliyin idarə olunması.

Bu qovşaq kanal kommutasiya rejimində işləyir və marşrutlaşma zonalarına bölünür. Mobil terminalın bir marşrutlaşma zonasından digər marşrutlaşma zonasına keçən zaman marşrutlaşma zonası yenilənir. Lakin bir fərq var ki, mobil terminal marşrutlaşma zonasının yenilənməsini verilənlərin ötürülməsi seansı ərzində həyata keçirir, hansı ki, GPRS terminində bu paket məlumat protokolu adlanır. Kanal kommutasiyalı domendə istifadəçiyə səsli informasiyanın verilişi zamanı yerin təyin olunması zonası haqqında olan verilənlərin yenilənməsi yalnız seansın dayandırılması zamanı baş verir. SGSN və BSC arasındakı interfeys Gr adlanır və siqnallaşma informasiyasının ötürülməsi, idarə olunması, eləcə də istifadəçi verilənlərinin SGSN-nə, yaxud ondan əksinə ötürülməsi üçün BSSGP protokolu istifadə olunur. Bunlarla bərabər SGSN MAP protokolu vasitəsilə Gr üzərindən HLR registri ilə qarşılıqlı əlaqədə olur.

Verilənlərin ötürülməsi üçün GPRS istənilən CSM şəbəkələrində istifadə oluna bilər, hansı ki, CSM şəbəkələrinin İnternetlə qarşılıqlı əlaqədə olmağa imkan verir. GPRS üstqurumlu CSM şəbəkələrində, bircinsli olmayan trafikə səmərəli ötürülməsi üçün, paket texnologiyasından istifadə olunur. Bu şəbəkələrdə informasiyanın veriliş sürəti 9.6 Kbit/s –yə bərabərdir.

GPRS üstqurumlu CSM şəbəkələrinin əsas xarakteristikası olaraq aşağıdakılar qəbul olunur [8]:

- radio və şəbəkə resurslarından səmərəli istifadə olunması;
- IP-protokolunun şəffaf dəstəklənməsi;
- şəbəkə və radio resurslarının optimallaşdırılmasının təmin edilməsi;
- birləşmənin gecikmədən həyata keçirilməsi;
- yüksək buraxma qabiliyyətinə malik olması;
- IP və X.25 protokolları bazasında mütəlif tətbiqlərin dəstəklənməsi.

GGSN qovşağı İntenet provayderi şəbəkəsi infrastrukturuna daxildir və IP şəbəkələri ilə qarşılıqlı əlaqəni həyata keçirən şlüz rolunu oynayır. Bu qovşaq mobil terminalına hansı SGSN-in xidmət etdiyini təyin edə bilər. Bu, mobil terminaldan traktın GGSN-ə keçməsi xidmət olunan SGSN qovşağından keçməsi ilə izah olunur.

3.2. GPRS texnologiyası əsasında qurulmuş CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələrinin əsas xüsusiyyətləri

GSM standartlı mobil telekommunikasiya şəbəkələrində son zamanlar müasir növ servis xidmətlərinin sürətlə inkişaf istiqamətləri müşahidə olunur. Bu istiqamətlərdən biri verilənlərin paketlərlə ötürülməsini həyata keçirən ümum istifadəli paket radorabitə xidməti adlanan GPRS (Ümumi paket radio xidməti) xidmətidir. hansı ki, CSM standartlı mobil telekommunikasiya şəbəkələrinin genişləndirilməsi üçün işlənmişdir. GPRS texnologiyası həm CSM şəbəkəsinin öz abunəçiləri, həm xarici şəbəkələr arasında verilənlər mübadiləsini, həm də mobil telefon vasitəsilə İnternetə daxilomanı həyata keçirir. Kanal üzrə ötürülən və İnternet trafikinə bənzəyən trafik GPRS paket trafiki adlanır, hansının ki, əsasını TCP, IP və UDP trafikləri təşkil edir.

CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələrinin GPRS üstqurumu aşağıdakı əsas xüsusiyyətlərə malikdir [9]:

- şəbəkənin vəziyyətinin tam müşahidə olunmasına imkanın verilməsi;
- şəbəkə trafikinin xidmət keyfiyyət xarakteristikalarını qiymətləndirməsi prosesinin asanlaşdırılması;
- gələcək şəbəkə texnologiyalarını asanlıqla modernizasiya edilməsi;
- şəbəkənin konfigurasiyalaşdırmasının sadələşdirilməsi;
- şəbəkənin optimal konfigurasiyasını asanlıqla seçməyə imkan verilməsi;
- şəbəkə resurslarından daha səmərəli istifadə olunması.

CSM standartlı mobil rabitə şəbəkəsinin GPRS üstqurumundan istifadə edən zaman informasiyalar paketlərə qablaşdırılır və istifadə olunmayan kanallar vasitəsilə ünvançıya çatdırılır. GPRS texnologiyası GSM standartlı mobil rabitə şəbəkə-

kəsinin kanallarından daha effektiv istifadə olunmasını təmin edir. GPRS üst qurumundan istifadə olunan zaman bir kanalda aşağıdakı informasiyalar ötürülür:

- səsli informasiyalar;
- verilənlər;
- Video;
- internet trafiki.

Bu xidmətlər ötürülməsi CSM standartlı mobil şəbəkələri multisevis şəbəkəsi kimi fəaliyyət göstərməsinə gətirib çıxarmışdır.

3.3. GPRS texnologiyası əsasında qurulmuş CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələrinin üstün cəhətləri

GPRS üstqurumlu mobil rabitə şəbəkələrinin aşağıdakı üstün cəhətləri var [9]:

- yüksək veriliş sürəti;
- xidmətlərin tarif dərəcəsinin hesablanması birləşmənin müddətindən asılı olmaması;
- sürətli və sabit birləşmənin olması;
- birləşmə kəsilmədən informasiyaların eyni vaxtda birlikdə ötürülməsi;
- birləşmə zamanı telefonun enerji resurslarından səmərəli istifadə olunması.

Bu üstünlüklər GPRS texnologiyası əsasında qurulmuş CSM standartlı mobil telekommunikasiya şəbəkələrinin tədqiqat obyektini kimi seçilməsini daha da aktuallaşdırmışdır.

3.4. GPRS texnologiyası əsasında qurulmuş CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələrinin xidmət keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması modelləri

GPRS texnologiyası əsasında qurulmuş CSM standartlı mobil telekommunikasiya şəbəkələrində tədarükçülərin əsas diqqəti xidmət keyfiyyət göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasına yönəldilmişdir. Bu şəbəkədə xidmət keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün hazırda bir çox modellər mövcuddur. Belə modellərə misal olaraq aşağıdakı modelləri göstərmək olar [10]:

- “universal model”;
- “iş xarakteristikaları modeli”

- “dörd bazar” modelləri.

Telekommunikasiya üzrə Beynəlxalq Elektrorabitə İttifaqının E.802 (ITU-T E.802) tövsiyəsində təklif olunmuş bu modellərdə xidmət keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün əsasən cədvəllərdən, yaxud matrislərdən istifadə edilməsi nəzərdə tutulur. Bu cədvəllərin yaxud matrislərin hər bir sahəsini doldurmaqla keyfiyyət kriteriyaları təyin edilir və onlar xidmət sistemlərinin elementləri üzrə paylanılır. Bu zaman əsas məqsəd xidmət keyfiyyətinə təsir göstərən bütün aktiv aspektlərin siyahısını tərtib etməkdən ibarətdir.

Birinci model (Universal model) xidmət keyfiyyət kriteriyalarının bütövlükdə qruplaşdırıldığı kateqoriyanı göstərir. Xidmət keyfiyyət kriteriyalarının hamısı olmasa da əksəriyyəti bu xidmətlərin göstərilməsini təmin edən texniki və istismar prosesləri əhatə edən aşağıdakı kriteriyalar üzrə qruplaşa bilirlər [10]:

- iş xarakteristikaları üzrə;
- təqdim etmə üzrə;
- estetik aspektlər üzrə;
- etik aspektlər üzrə.

İkinci model (iş xarakteristikaları modeli) əsasən ənənəvi yerüstü və simsiz şəbəkələr üzərindən ötürülən xidmətlərə aiddir.

Üçüncü model (dörd bazar modeli) IP şəbəkələri üzərindən ötürülən multimedia xidmətlərini ötürülməsini həyata keçirmək üçün daha yararlıdır. Bu modellərin istifadəsi müəyyən kriteriyalara görə qruplaşdırılmışdır və xidmət keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması sistemini əldə etməyə imkan verir. Lakin GPRS üstqurumlu CSM mobil rabitə şəbəkələri üzrə xidmətlərin (nitq, verilənlər, multimedia və vido) müxtəlif xarakterə malik olması bu informasiyaların ümumilikdə, eləcə də onların hər birinin ayrı-ayrılıqda xidmət keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması məsələsini qarşıya qoyur. Ona görə də bu işdə əsas məqsəd xidmət keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasını həyata keçirə bilən şəbəkələrin fiziki strukturunun işlənməsi məsələsi qarşıya qoyulmuşdur. Bu şəbəkə təmsalında GPRS üstqurumlu CSM standartlı mobil rabitə şəbəkəsi seçilmişdir.

3.5. GPRS texnologiyası əsasında qurulmuş CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələrinin fiziki modeli

Bu şəbəkələr özündə aşağıdakı alt sistemləri ehtiva edir [13]:

- mobil stansiyalar alt sistemi MSAS;
- baza stansiyalar alt sistemi BSAS;
- kommutasiya alt sistemi KAS;
- GPRS alt sistemi.

GPRS üstqurumlu GSM standartlı telekommunikasiya şəbəkələrinin sadələşdirilmiş fiziki modeli şəkil 3.1-də verilib.

MSAS-ın tərkibində mobil stansiyalar MS fəaliyyət göstərir, hansılar ki, bu şəbəkələrin abunəçiləri arasında qarşılıqlı əlaqəni təmin edir.

BSAS özündə aşağıdakı komponentləri ehtiva edir[13]:

- baza stansiyaları BS;
- baza stansiyalar nəzarətçisini BSN;
- paket verilənlərinin nəzarət qurğusunu PVNQ;
- transkoderi TK.

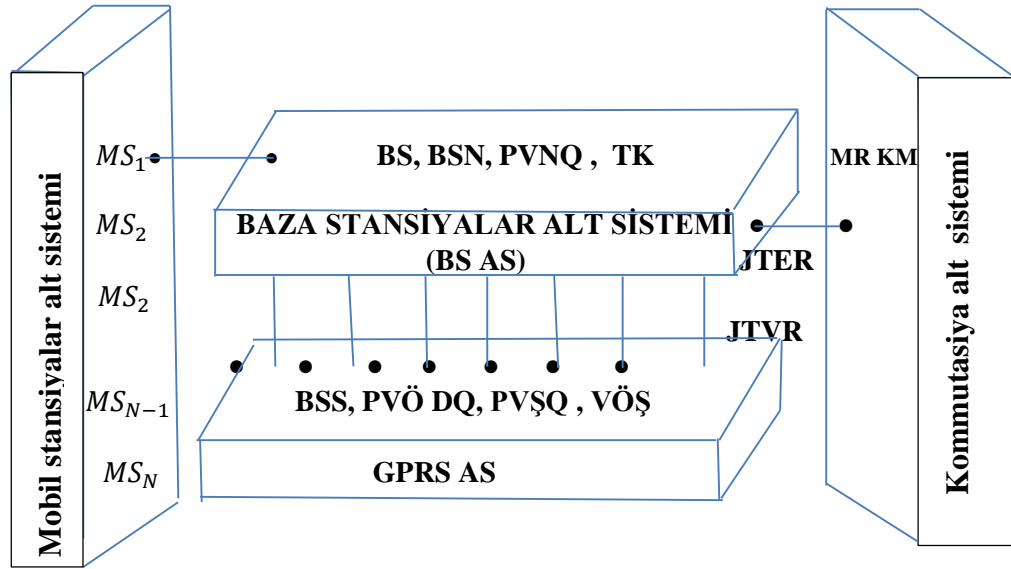
BS avtomatik qəbuledici/verici avadanlığıdır, hansı ki, mobil abunəçilərlə qarşılıqlı əlaqəni təmin edir, yəni radiointerfeysə daxilolmanı həyata keçirir.

BSN bir neçə baza stansiyalarının transkoder TK vasitəsilə mobil rabitənin kommutasiya mərkəzi MRKM ilə əlaqəsini, keçidə nəzarəti və digər funksiyaları təmin edir.

PVNQ, verilənlər trafikinin BSN-dən bilavasitə GPRSAS-ə istiqamətləndirilməsinə cavabdehdir. TK səsli informasiyanın GSM formatından stasionar rabitə şəbəkələrində istifadə olunan standart telefoniya formatına və əksinə çevrilməsini həyata keçirir.

KAS özündə komponentləri ehtiva edir [13]:

- mobil rabitənin kommutasiya mərkəzini MRKM;
- yerlərin təyin olunmasının “Ev” registri YTER;
- yerlərin təyin olunmasının vizit registri YTVR.



Şəkil 3.1. GPRS üstqurumlu GSM standartlı rabitə şəbəkələrinin sadələş-dirilmiş fiziki modeli

MRKM avtomatik telefon stansiyasıdır, hansı ki, MS-in ehtiyac duyduğu bütün növ birləşmələri təmin edir və bir qrup pətəyə xidmət edir. Bu zaman MRKM kanal kommutasiya funksiyasını yerinə yetirir, hansı ki, bütün rabitə seansı ərzində abunəçilər arasında səsli informasiyaların verilişi üçün kanal yaradır, paket kommutasiya funksiyası isə GPRSAS-də reallaşdırılır, yəni bu şəbəkələrdə ümumi halda həm müstəqil kanal kommutasiyası və həm də müstəqil paket kommutasiyasını reallaşdırmaq imkanı mövcuddur. MRKM həm estafet, həm də rouminq verilişlərini reallaşdırır. Rouminqin əsas mahiyyəti, digər CSM standartlı mobil telekommunikasiya şəbəkələrinin abunəçilərinə mobil rabitə xidmətlərini göstərməkdən ibarətdir.

YTER və YTVR registrləri özlərində verilənlər bazasını əks etdirirlər. YTER-də MRKM-yə aid olan abunəçilərə göstərilən bütün xidmətlər haqqında məlumatlar, onların nömrələri, ünvanları, autentifikasiya parametrləri, abunəçilərin xidmətinin tərkibi və marşrutlaşdırmanı həyata keçirməyə kömək edən digər parametrlər saxlanılır. Şəbəkədə fəaliyyət göstərən bütün kommutasiya mərkəzlərinin YT ER-dəki bütün verilənlərə çıxışları təmin edilir.

YT VR mobil stansiyaların hərəkətinə nəzarəti və yaradılmış birləşmələrin effektiv idarə olunmasını həyata keçirir. YTVR-də MRKM ərazisində müvəqqəti yerləşən abunəçilər haqqında məlumatlar saxlanılır.

GPRSAS özündə aşağıdakı komponentləri ehtiva edir [13]:

- paket verilənlərinin ötürülməsinin dəstəklənməsi qovşağını PVÖDQ;
- paket verilənlərinin ötürülməsinin şlüz qovşağını PV ÖŞQ.

Bu alt sisteminin əsasını PVÖDQ qovşağı təşkil edir, hansını ki, MRKM-in analoqu adlandırmaq olar. PVÖDQ aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirir [13]:

- verilənlər paketinin istifadəçilərə çatdırılmasına nəzarət olunmasını;
- istifadəçilər tərəfindən tələb olunan xidmətlərə icazə verilib/verilməməsinin yoxlanılması üçün YTER abunəçiləri ilə qarşılıqlı əlaqədə olması;
- istifadəçilərin monitorinqinin aparılması;
- şəbəkənin əhatə dairəsinə yeni gəlmiş abonentlərin qeydiyyatını.

Paket verilənlərinin ötürülməsinin şlüz qovşağı PVÖŞQ verilənlərinin ötürülməsinin dəstəklənməsi qovşağının PVÖDQ və xarici şəbəkə adlanan verilənlərin ötürülməsi şəbəkəsi VÖŞ arasında qarşılıqlı əlaqəni yaradır. PVÖŞQ-in əsas vəzifəsi PVÖDQ vasitəsilə abunəçidən ötürülən və ya ona gələn verilənlərin marşrutlaşdırılması və verilənlərin ünvanlanlaşdırılmasını, IP-ünvanının dinamik verilməsini, eləcə də xarici şəbəkələr və mənsub olduğu şəbəkə haqqında məlumatlara nəzarət etməkdir. Baza stansiyalar serveri BSS mövcud baza stansiyalarının BS dəstəklənməsi üçün istifadə olunur.

GPRS texnologiyası yaxşı miqyaslaşma qabiliyyətinə malikdir, yəni yeni abunəçilər qoşulduqda operator PV ÖDQ-lərin sayını artırma bilər, ümumi trafik artması ilə sistemə yeni PV ÖDQ və PV ÖŞQ-lər əlavə edə bilər. GPRS ilə iş başlamazdan əvvəl mobil stansiya, adi səs verilişi halında olduğu kimi sistemdə qeydiyyatdan keçməlidir. Bu zaman istifadəçilərin qeydiyyatı PV ÖDQ tərəfindən həyata keçirilir. Bütün əməliyyatlar uğurla keçdikdə PVÖDQ-də mobil abunəçiyə mobil telefonla paket verilənlərinin ötürülməsi üçün müvəqqəti nömrə verilir.

3.6. GPRS texnologiyası əsasında qurulmuş CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələrinin vektor modelləri

Bu şəbəkələrin fiziki modelini genişləndirmək məqsədilə, şəkil 3.1 əsasında, onun baza vektor modelini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$W = [M, B, K, G],$$

burada M- mobil rabitə alt sistemi, B - baza stansiyalar alt sistemi, K- kommunikasiya alt sistemi, G- GPRS alt sistemini göstərir.

M subvektoru bərabərdir:

$$M = [V_{MS1}, V_{MS2}, V_{MS3}, \dots, V_{MSN}],$$

burada $V_{MS1}, V_{MS2}, V_{MS3}, \dots, V_{MSN}$ - uyğun olaraq 1-ci, 2-ci, 3-cü, ..., N-ci mobil stansiyaların alt çoxluqlarını göstərir.

B -subvektoru aşağıdakı formulla təyin olunur:

$$B = [V_{BS}, V_{BSN}, V_{PVNQ}, V_{TK}],$$

burada V_{BS} - baza stansiyalar alt çoxluqları, V_{BSN} - baza stansiyalar nəzarətçisi alt

çoxluqları, V_{PVNQ} - paket verilənlərinin nəzarət qurğusu alt çoxluqları, V_{TK} - transkoder altçoxluqlarıdır.

K- subvektoru bərabərdir:

$$K = [V_{MRKM}, V_{YTER}, V_{YTVR}],$$

burada V_{MRKM} - mobil rabitənin kommutasiya mərkəzi alt çoxluqları, V_{YTER} - yerlərin təyin olunmasının “Ev” registri alt çoxluqları, V_{YTVR} - yerlərin təyin olunmasının vizit registri alt çoxluqlarıdır.

G - subvektorunu aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$G = [V_{BSS}, V_{PV\text{ }ÖDQ}, V_{PV\text{ }ÖŞQ}, V_{VÖŞ}],$$

burada $V_{PV\text{ }ÖDQ}$ - paket verilənlərinin ötürülməsinin dəstəklənməsi qovşaqları alt çoxluqları, $V_{PV\text{ }ÖŞQ}$ - paket verilənlərinin ötürülməsinin şlüz qovşaqları alt çoxluqları, $V_{VÖŞ}$ - verilənlərin ötürülməsi şəbəkəsi alt çoxluqlarıdır.

III FƏSİL ÜZRƏ NƏTİCƏ

1. GPRS texnologiyası əsasında qurulmuş CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələrin bütövlükdə analizi aparılmışdır, onun həm öz abunəçiləri və xarici şəbəkələr arasında verilənlər mübadiləsini, həm də mobil telefon vasitəsilə İnternetə daxilolmanı həyata keçirmək imkanına malik olması qeyd olunmuşdur.
2. GPRS texnologiyasının xüsusiyyətlərinin analizi aparılmış və onun şəbəkənin vəziyyətinin tam müşahidə olunmasına imkanın verilməsi, şəbəkə trafikinin xidmət keyfiyyət xarakteristikalarını qiymətləndirməsi prosesinin asanlaşdırılması, gələcək şəbəkə texnologiyalarını asanlıqla modernizasiya edilməsi, şəbəkənin konfigurasiyalaşdırmasının sadələşdirilməsi, şəbəkənin optimal konfigurasiyasını asanlıqla seçməyə imkan verməsi və şəbəkə resurslarından daha səmərəli istifadə olunması kimi əsas xüsusiyyətlərə malik olması qeyd olunmuşdur.
3. Aparılan analiz nəticəsində CSM standartlı mobil şəbəkələrin GPRS üst qurumunun yüksək veriliş sürəti, xidmətlərin tarif dərəcəsinin hesablanması birləşmənin müddətindən asılı olmaması, sürətli və sabit birləşmənin olması, birləşmə kəsilmədən informasiyaların eyni vaxtda birlikdə ötürülməsi və birləşmə zamanı telefonun enerji resurslarından səmərəli istifadə olunması kimi üstün cəhətləri göstərilmişdir.
4. GPRS texnologiyasının xidmət keyfiyyət göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasına aid modellərinin analizi aparılmışdır. Bu texnologiyanın xidmət keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün “universal model”, “iş xarakteristikaları modeli” və “dörd bazar” modelləri kimi modellərinin olması göstərilmiş, eləcə də bu modellərin iş xarakteristikaları, təqdim etmə, estetik aspektlər və etik aspektlər üzrə qruplaşma kriteriyaları qeyd olunmuşdur.
5. CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələrinin GPRS üst qurumunda informasiyaların ötürülməsi proseslərinin analizi aparılmış və buna uyğun olaraq bu şəbəkələrin sadələşdirilmiş fiziki modeli işlənib hazırlanmışdır. Bu fiziki modelin riyazi baxımdan genişləndirilməsi məqsədilə, onun qraflar nəzəriyyəsi əsasında vektor baza modellərinin əsasında isə subvektor modelləri təklif olunmuşdur.

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ

Allahverdiyev Vilayət İldırım oğlu

Mobil şəbəkələrdə IMS texnologiyalarının tətbiqi

**[LTE STANDARTLI DÖRDÜNCÜ NƏSİL RABİTƏ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN
FİZİKİ VƏ VEKTOR MODELƏRİNİN İŞLƏNMƏSİ]**

mövzusunda

MAGİSTRİK DİSSERTASİYASI

**İxtisas: 060627 – “Elektronika, telekommunikasiya və radiotexnika
mühəndisliyi”**

İxtisaslaşma: “Optik rabitə fizika və texnikası”

**Elmi rəhbər:
t.e.d., professor**

F.H. Məmmədov

B A K I – 2 0 2 3

IV FƏSİL. LTE STANDARTLI DÖRDÜNCÜ NƏSİL RABİTƏ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN FİZİKİ VƏ VEKTOR MODELƏRİNİN İŞLƏNMƏSİ

4.1. LTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələri haqqında ümumi məlumatlar

CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələri ilk olaraq mobil İnternetin yaradılması üçün nəzərdə tutulmuşdur. Lakin sonralar mobil rabitə operatorları əhəlinin tələblərini ödəmək üçün əvvəlcə 3G şəbəkələrini, hazırda isə 4G şəbəkələrini modernləşdirmək üçün böyük miqdarda sərmayə qoyumuşdular. Son zamanlar rabitə operatorları əhəlinin yüksək sürətli multimediyə informasitalarının ötürülməsi üçün əhəlinin tələblərini ödəmək üçün 5G şəbəkələrini qurulması üzərində işləmişlər.

Əvvəllər 4G - LTE (Uzun müddətli təkamül) şəbəkələrinin rolunu uzun müddət WiMAX şəbəkələri oynayırdı, lakin sonradan sürətli simsiz İnternet üçün bu şəbəkələr özünü doğrulmadığı üçün arxa plana keçmişdi. 4G-LTE şəbəkələri 3G şəbəkələrindən sonrakı şəbəkələrdir və IP-texnologiyası əsasında işləyirlər. Özündən əvvəlki şəbəkələrdən fərqli olaraq 4G-LTE şəbəkələri yüksək veriliş sürətinə malikdir. Bu şəbəkələrdə veriliş sürətini nəzəri olaraq qəbul üçün 326,4 Mbit/s, veriliş üçün isə 172,8Mbit/s-dir. 4G-LTE standartı 3GPP Beynəlxalq Tərəfdaşlıq təşkilatı tərəfindən işlənilmiş və təsdiq olunmuşdur.

Dördüncü nəsil mobil şəbəkəsinin vacib məsələlərdən biri istifadəçilərdən trafikə ötürülməsini əhəmiyyətli dərəcədə artırılması məsələsidir. Bunun üçün bu şəbəkədə aşağıdakı iki texnologiyadan istifadə olunur [2]:

- multipleksasiya ilə kanalların ortoqonal tezlik bölgüsü - OFDMA;
- siqnalın məkan kodlaşdırılması- MIMO.

OFDMA rəqəmsal modulyasiya sxemi adlanır və biri- birilə yaxın yerləşən çoxlu sayda alt aparıcı siqnallarda istifadə olunur. Bütün alt aparıcı siqnallar modulyasiyanın standart sxemi ilə modulyasiya olunur. Əslində, OFDM siqnalları “Furje sırasının sürətli çevirməsi” vasitəsilə hasil olunur. Bu texnologiya siqnalın baza stansiyasından istifadəçinin mobil telefonuna istiqamətləndirilməsi üçün istifadə olunur. Siqnalın əks istiqamətdə ötürülməsi istiqamətində, yəni istifadəçi

telefonundan baza stansiyası istiqamətinə yönəldilməsi zamanı isə OFDM texnologiyadan imtina edilmiş və onun əvəzində “tək daşıyıcı multipleksləşməsi” adlanan SCFDMA kimi digər texnologiyadan istifadə olunmuşdur. Bu texnologiyanın mahiyyəti çoxlu sayda orqonal altdaşıyıcılar əlavə edildikdə böyük pik faktoru ilə siqnalın əmələ gəlməsidir. Belə siqnalın maneəsiz ötürülməsi üçün yüksək keyfiyyətli və olduqca bahalı ötürücü tələb olunur.

MIMO-siqnalın məkan kodlaşdırılması adlanır və özündə N sayda verilənlərin ötürülməsi anteni və M sayda qəbul edici antenini ehtiva edir. Bu zaman verici və qəbuledici antenləri LTE şəbəkələrinin stansiyalarının xidmət zonalarında biribirindən fərqli məsafələrdə yerləşdirilə bilər. Bu məsafələr adətən 5km təşkil edir, bir sıra hallarda isə 30 km və hətta 100km ola bilər. LTE-nin fərqli cəhətlərindən biri də terminalların çox çeşidli olmasıdır. LTE özündə aşağıdakı komponentləri ehtiva edir [4] :

- mobil telefonları;
- Noutbuku;
- planşet kompüterləri;
- oyun qurğularını;
- Vidiokameraları.

Bunların hamısı, həm də 2G/3G şəbəkələrində də istifadə oluna bilər.

4.2. LTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələrinin xüsusiyyətləri və üstünlükləri

LTE dördüncü nəsil şəbəkələrinin aşağıdakı xüsusiyyətləri var [4]:

- LTE şəbəkəsi üçün 3G və 2G şəbəkələrində istifadə olunan tezlikdən fərqli olaraq xüsusi və ayrılmış tezliklərin tələb olunması;
- LTE şəbəkələrində veriliş sürətinin 1 Mbit/s-yə çatmasının mümkün olması;
- LTE şəbəkəsinin IP-texnoloqiyası bazasında qurulması;
- elektrik enerjisinə qənaət olunması.
- 2G və 3G şəbəkələri ilə müqaisədə LTE şəbəkələrinin daha ucuz başa gəlməsi və bunun sayəsində bu texnologiyasının inkişaf etdirilməsinin daha məqsədəuyğun

olması;

- LTE şəbəkələrinin qurulmasında adi mis naqillərdən və optik-lifli kablərdən istifadə olunmaması;

- LTE şəbəkələri yalnız yüksək sürətli İnterneti təqdim etməməsi, onun həm də yüksək sürətli məlumatların ötürülməsi üçün mobil rabitə texnologiyalarına əsaslanan tam sistem olması;

- LTE şəbəkələrinin yüksək sürətli səs verilişini həyata keçirməsi və onun veriliş sürət göstəricilərinin 3G şəbəkələrinə nisbətən orta hesabla 500 dəfə çox olması.

Dördüncü nəsil mobil şəbəkəsinin aşağıdakı üstünlükləri var [4]:

- arxitekturasının çevikliyi;
- yüksək veriliş sürətinə malik olması;
- icazəsiz girişdən yüksək dərəcədə mühafizə olunma;
- fiber optik və ya bahalı mis kabelin quraşdırılmasından və ya icarəsindən imtina edilməsi;
- layihələndirilməsinin və şaxələndirilməsinin sürətlə reallaşdırılması.

4.3. LTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələrinin texniki xarakteristikaları

LTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələri özündə LTE və WiMAX kimi tanınan IEEE802.16e texnologiyalarını ehtiva edir. Bu şəbəkələrdə tezliyi 20 MHz olan kanaldan istifadə edən zaman artan axının ən yüksək sürəti 50 Mbit/s, azalan axının isə 100 Mbit/s-dir [5]. Lakin siqnalın məkan kodlaşdırılması-MIMO ilə birlikdə WiMAX texnologiyasında veriliş sürəti uyğun olaraq 56Mbit/s və 128Mbit/s olur. Dördüncü nəsil şəbəkələrində istifadə olunan texnologiyalarda hər regionun özünə aid olmaqla 40 tezlik diapazonundan istifadə olunur. Məsələn, Amerika Birləşmiş Ştatlarında veriliş üçün 700MHz, 1710-1755MHz, qəbul üçün 2110-2155MHz, (yəni 1,7/2,1QQHs), Avropada 1800MHS və 2600MHS, perspektivdə 800MHz, Yaponiyada 800/850MHS; 1,5QQHs;1,7QQHs və 2,1QQHs. LTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələri qısa olaraq 4G şəbəkəsi

adlanır və bu şəbəkə informasiya verilişi üçün TCP/IP texnologiyasına əsaslanır. 4G şəbəkələrində aşağı sürətli istifadəçilər üçün veriliş sürəti 1Qbit/s, yüksək sürətli istifadəçilər üçün isə (məsələn nəqliyyatda) 100Mbit/s təşkil edir.

4.4. LTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələrinin fiziki modeli

LTE standartlı dördüncü nəsil rabitə (4G-LTE) şəbəkəsi universal yerüstü radio giriş şəbəkəsi (E-UTRAN) və təkamül arxitektura sistemi (SAE) kimi iki əsas şəbəkə üzrərində qurulur. 4G-ELTE şəbəkəsinin fiziki modeli şəkil 4.1-də verilib.

E-UTRAN şəbəkəsi özündə efir interfeysinin ən yüksək çevikliyi əks etdirir. Bu fiziki modelin əsas xüsusiyyəti, onun üzrərindən ötürülən istifadəçi verilənlərinin və idarə edici informasiyaların kiçik gecikməyə malik olmasıdır ki, bu da ötürülən informasiyaların kiçik sayda aralıq qurğularından keçməsi ilə izah olunur.

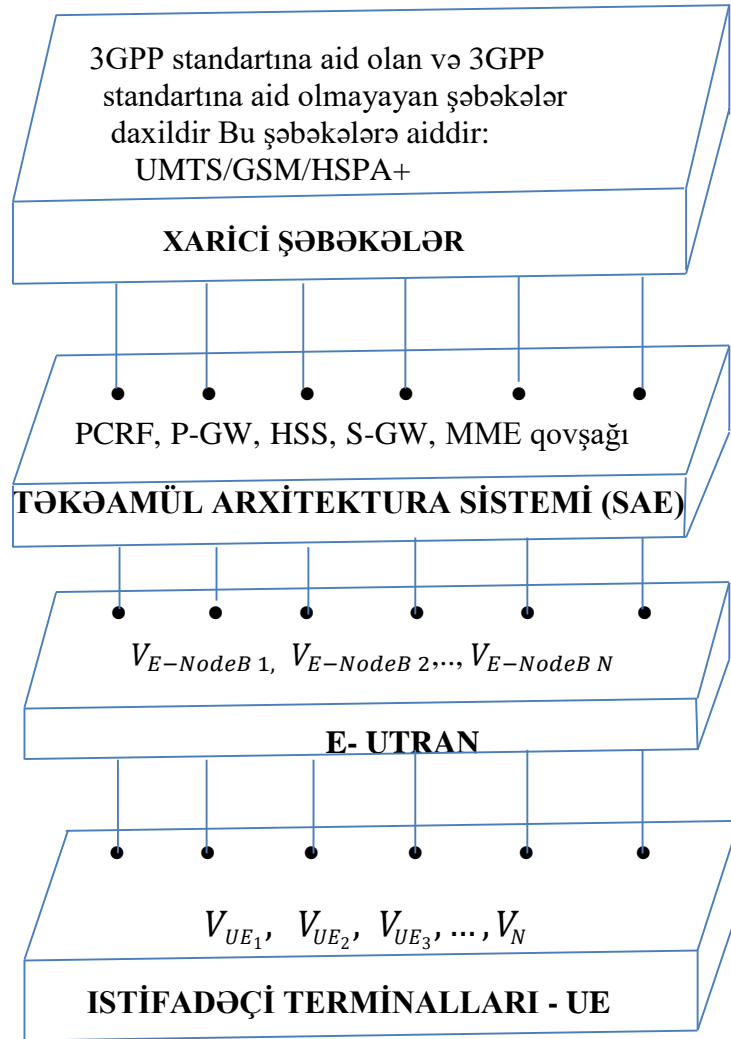
Xarici şəbəkələr müstəvisinə 3GPP standartına aid olan və 3GPP standartına aid olmayan şəbəkələr daxildir. Bu şəbəkələrə UMTS/GSM/HSPA+ şəbəkələri aiddir.

3GPP standartına aid olan şəbəkələrdə LTE şəbəkəsindən kanal kommutasiyalı şəbəkələrə səsli çağırışların ötürülməsi MME məntiqi elementi ilə və Sv interfeysi vasitəsilə həyata keçirilir. LTE şəbəkəsindən paket kommutasiyalı şəbəkələrə verilənlərin ötürülməsi isə MME məntiqi elementin istifadə olunması ilə və S3 interfeysi vasitəsilə təşkil olunur.

3GPP standartına aid olmayan şəbəkələrlə LTE şəbəkəsinin qarşılıqlı əlaqəsi iki yolla təmin edilir [5]:

- zamanətli təhlükəsizliklə;
- zamanətsiz təhlükəsizliklə.

Zamanətli təhlükəsizlikdə LTE şəbəkəsinin 3GPP standartına aid olan şəbəkələrlə qarşılıqlı əlaqəsi P-GW şlüzü ilə, onun 3GPP standartına aid olmayan şəbəkələrlə qarşılıqlı əlaqəsi isə ePD şlüzü ilə həyata keçirilir. E-UTRAN şəbəkəsinin əsas komponenti eNode B –dir, hansı ki, öz aralarında “biri hər biri” prinsipində birləşirlər. E-UTRAN şəbəkəsi radiointerfeys funksiyasını yerinə yetirir və istifadəçi terminalları UE ilə SAE şəbəkəsi arasında qarşılıqlı əlaqəni təmin edir. eNode



Şəkil 4.1. LTE standartlı dördüncü nəsill mobil rabitə şəbəkələrinin fiziki modeli

B baza stansiyaları idarə etmə funksiyasını yerinə yetirir. LTE şəbəkəsinin digər nəsillər şəbəkələrindən fərqi eNode B baza stansiyaları arasında informasiya mübadiləsinin X2 protokolu ilə həyata keçirilməsi və vericinin kontrollerinin funksiyalarını yalnız bir eNode elementində cəmləşməsidir.

LTE şəbəkəsi üzərindən aşağıdakı iki trafik ötürülür [5]:

- istifadəçi verilənlər trafiki –UP;
- siqnal informasiya trafiki-CP.

PCRF- siyasət və resursların doldurulması funksiyası. Bu funksiya idarə edici server rolunu oynayır və şəbəkənin resurslarının mərkəzləşdirilmiş idarə olunmasını və təqdim olunan xidmətlərin tarifləşməsinə yerinə yetirir. Aktiv birləşməyə sifariş olan kimi bu informasiya PCRF-ə düşür və o sərəncamında olan şəbəkə resurslarını qiymətləndirib P-GW şlüzünə xidmətlərin keyfiyyətinə və onların doldurulmasına və tarifləşməsinə dair tələbləri təyin edən əmrlər göndərir.

P-GW-paket şlüzü. Bu şlüz özündə UE-istifadəçi terminalı trafikinin giriş çıxış nöqtələrini ehtivah edir və onların vasitəsilə UE ilə xarici şəbəkələrinin qarşılıqlı əlaqəsini təmin edir. İstifadəçi terminalı-UE, həm də eyni vaxtda birdən çox P-GW-yə qoşulmaq imkanına malikdir. P-GW-paket şlüzü hər bir istifadəçi üçün istifadəçi terminalının IP ünvanının seçilməsi, paketlərin mühafizəsi və süzgeçlənməsi funksiyalarını yerinə yetirir. Bu şlüzün digər funksiyası 3GPP və 3GPP-yə aid olmayan şəbəkələr arasında mobilliyin idarə olunmasını həyata keçirməkdir.

HSS- “Ev Abunəçi Serveri”. Bu server özündə böyük verilənlər bazasını ehtivah edir və abunəçilər haqqında olan verilənləri özündə saxlayır. Bu server faktiki olaraq 2G və 3G şəbəkələrində istifadə olunan registrlərini tam əvəz edir. LTE şəbəkəsi bir və ya bir neçə “Ev Abunəçi Serveri”nə malik ola bilər, hansıların ki, sayı şəbəkənin coğrafi strukturundan və istifadəçilərin sayından asılıdır.

S-GW- xidmət serveri. Bu server baza stansiyalar alt sistemindən düşən və yaxud ona gələn verilənlər paketlərinin emal olunması və marşrutlaşdırılması funksiyalarını həyata keçirir. Bu xidmət serveri eNode B baza stansiyaları, eləcə də LTE şəbəkələri və 3GPP-in digər texnologiyalı şəbəkələri arasında mobilliyin idarə olunması funksiyalarını yerinə yetirir. Eyni zamanda bu server istifadəçi verilən-

lərinə malik olan paketlərin həm marşrutlaşmasını və həm də onların göndərilməsini həyata keçirir. İstifadəçi terminallarına –UE aid olan bütün IP- paketləri S-GW- xidmət serveri üzərindən keçir. İstifadəçi terminalı-UE məşqul olmayan zaman ona aid olan informasiyaları S-GW- xidmət serveri özündə saxlayır. S-GW xidmət serveri həm də S-GW həmçinin istifadəçi hesablarının və faktura üçün QoS sinif identifikatorunun yaradılmasına cavabdehdir.

MME qovşağı mobilliyin idarə olunması funksiyasını yerinə yetirir. İstifadəçi terminalları UE və əsas şəbəkə olan CN arasında bütün siqnal informasiya trafikləri NAS protokolu vasitəsilə bu qovşaq üzərindən həyata keçirilir. Bunlarla bərabər MME qovşağı həm də mobilliyi, hondoveri, eləcə də şəbəkədə istifadəçilərin mobilliklərinin idarə olunması ilə bağlı olan siqnal informasiyalarının emal edilməsi funksiyalarını yerinə yetirir.

İndi də E-UTRAN şəbəkəsinin komponentlərini nəzərdən keçirək. Bu şəbəkə özündə bir neçə eNode B funksiyasını ehtiva edir.

eNode B funksiyası özündə 3G şəbəkəsinin baza stansiyalarının və konterollarının bütün funksiyalarını cəmləşdirir və aşağıdakı əməliyyatları həyata keçirir [14]:

- radiokanal üzrə trafikin və siqnal informasiyasının ötürülməsini həyata keçirir;
- radioresursların paylanması idarə olunmasını təmin edir;
- S-GW şlüzünə uçdan-uca trafik kanalını yaradır;
- verilişin sinxronlaşmasını təmin edir və pətəkdə maneənin səviyyəsinə nəzarət edir;
- radiokanal üzrə ötürülən informasiyaların şifrənməsini və bütövlüyünü təmin edir;
- MME-ni seçir və onunla siqnal mübadiləsini həyata keçirir;
- IP- paketlərinin başlıqlarının sıxılmasını təmin edir;
- multimediya xidmətlər yayımını həyata keçirir;
- xüsusi İuant interfeysi vasitəsilə antenlərin idarə olunmasını təşkil edir.

eNodeB funksiyasının əsas vəzifəsi SGW şlüzündən gələn siqnalın yüksək tezlikli siqnala çevirib, onu sektor anteni vasitəsilə ötürməkdir. eNodeB funksiyası

LTE şəbəkəsini bütövlükdə əhatə edir və istifadəçi terminalı ilə LTE şəbəkəsi arasında keçidi yaradır.

4.5. LTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələrinin vektor modeli

LTE şəbəkəsinin fiziki modelinin genişləndirilməsi məqsədilə, onun vektor baza modelini aşağıdakı vektorla yazmaq olar:

$$W = [X, T, E, \dot{I}],$$

burada X, T, E və \dot{I} – uyğun olaraq xarici şəbəkələr, təkamül arxitektura sistemi, E-utran şəbəkəsi və istifadəçi terminallar müstəvisini göstərən subvektorlardır.

X - subvektorunu aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$X = [V_{3GPP}, V_{qeyri\ 3GPP}],$$

burada V_{3GPP} və $V_{qeyri\ 3GPP}$ - uyğun olaraq 3GPP-yə aid olan və 3GPP-yə aid olmayan şəbəkələr altçoxluqlarını göstərir.

T – subvektoru bərabərdir:

$$T = [V_{PCRF}, V_{P-GW}, V_{HSS}, V_{S-GW}, V_{MME}],$$

burada $V_{PCRF}, V_{P-GW}, V_{HSS}, V_{S-GW}$ və V_{MME} , - uyğun olaraq siyasət və resursların doldurulması funksiyası, P-GW-paket şlüzü, “Ev Abunəçi Serveri”, S-GW- xidmət serveri və MME qovşağı alt çoxluqlarıdır.

E – subvektoru aşağıdakı formulla təyin olunur:

$$E = [V_{E-NodeB\ 1}, V_{E-Node\ B\ 2}, V_{E-NodeB3}, \dots, V_{E-Node\ B-N}],$$

burada $V_{E-NodeB1}, V_{E-Node2}, V_{E-NodeB3}$ və $V_{E-NodeBN}$ – E-Node B şəbəkələr alt çoxluqlarıdır.

\dot{I} - subvektoru bərabərdir:

$$\dot{I} = [V_{UE_1}, V_{UE_2}, V_{UE_3}, \dots, V_N],$$

burada $V_{UE_1}, V_{UE_2}, V_{UE_3}$ və V_N istifadəçi terminalları alt çoxluqlarıdır.

IV FƏSİL ÜZRƏ NƏTİCƏ

1. ELTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələrinin bütövlükdə analizi aparılmışdır, onların IP-texnologiyası bazasında, eləcə də multipleksasiya ilə kanalların ortoqonal tezlik bölgüsü-OFDMA və siqnalın məkan kodlaşdırılması-MIMO əsasında qurulması qeyd olunmuşdur.
2. Aparılan analiz nəticəsində LTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələrinin əsas xüsusiyyətləri, eləcə də arxitekturasının çevikliyi, yüksək veriliş sürətinə malik olması, icazəsiz girişdən yüksək dərəcədə mühafizə olunması, fiber optik və ya bahalı mis kabelin istifadə edilməsindən və ya icarəsindən imtina edilməsi, layihələndirilməsinin və şaxələndirilməsinin sürətlə reallaşdırılması kimi üstün cəhətləri göstərilmişdir.
3. LTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələrinin texniki xarakteristikalarının analizi aparılmışdır. Bu şəbəkələrdə tezliyi 20 MHz olan rabitə kanallarında artan axının ən yüksək veriliş sürəti 50 Mbit/s, azalan axının isə 100Mbit/s, məkan kodlaşdırılması –MIMO ilə WiMAX texnologiyasında veriliş sürətinin uyğun olaraq 56Mbit/s və 128Mbit/s, eləcə də bu şəbəkələrdə 40 tezlik zolağından istifadə olunması qeyd olunmuşdur.
4. LTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələrində informasiyaların ötürülməsi proseslərinin analizi aparılmış və buna uyğun olaraq bu şəbəkələrin sadələşdirilmiş fiziki modeli işlənib hazırlanmışdır. Bu modelin riyazi baxımdan genişləndirilməsi məqsədilə, onun qraflar nəzəriyyəsi əsasında vektor baza modeli və onun əsasında baxılan şəbəkənin subvektor modelləri təklif olunmuşdur.

SON NƏTİCƏ

1. IMS (IP multimediyaya altsistemi)-in və onun tərkibində fəaliyyət göstərən şəbəkələrin, o cümlədən klassik mobil rabitə şəbəkələrinin, GPRS üstqurumlu CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələrinin, eləcə də 4G-LTE mobil rabitə şəbəkələrinin hər biri haqda ümumi məlumatlar verilmiş, onların əsas xüsusiyyətləri, üstünlükləri, təqdim etdikləri xidmətlər və texniki xarakteristikaları haqqında geniş məlumatlar verilmişdir.
2. IMS (IP multimediyaya altsistemi)-in arxitekturasının işlənməsi məsələsinə baxılmışdır. Bu alt sistemin xidmətlər və tətbiqlər səviyyəsi, idarə etmə səviyyəsi və nəqliyyat səviyyəsindən ibarət olan sadələşdirilmiş üç səviyyəli arxitekturası işlənilib hazırlanmışdır.
3. IMS (IP multimediyaya altsistemi)-in fiziki modelinin işlənməsi məsələsinə baxılmış və onun özündə xidmətlər səviyyəsi, idarə etmə səviyyəsi, mobil rabitə və onların qarşılıqlı əlaqə səviyyəsini ehtiva edən üç səviyyəli fiziki modeli işlənməmiş. Bu modelin genişləndirilməsi məqsədilə baxılan şəbəkənin vektor baza modeli və bu model əsasında, onun subvektor modelləri təklif olunmuşdur.
4. CSM standartlı klassik mobil rabitə şəbəkələrində informasiyaların ötürülməsi prosesləri analiz edilmiş, bu şəbəkələrin sadələşdirilmiş fiziki modeli işlənilib hazırlanmış və bu modelin genişləndirilməsi məqsədilə, qraflar nəzəriyyəsi əsasında onun vektor baza modeli işlənməmiş və bu model əsasında onun subvektor modelləri təklif olunmuşdur.
5. CSM standartlı mobil rabitə şəbəkələrinin GPRS üst qirimunda informasiyaların ötürülməsi proseslərinin analizi aparılmış və buna uyğun olaraq bu şəbəkələrin sadələşdirilmiş fiziki modeli işlənilib hazırlanmışdır. Bu modelin modelin riyazi baxımdan genişləndirilməsi məqsədilə, onun qraflar nəzəriyyəsi əsasında vektor baza modeli və bu model əsasında onun subvektor modelləri təklif olunmuşdur.
6. LTE standartlı dördüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələrinin sadələşdirilmiş fiziki modeli işlənilib hazırlanmışdır. Bu modelin riyazi baxımdan genişləndirilməsi məqsədilə, onun qraflar nəzəriyyəsi əsasında vektor baza modeli və onun əsasında baxılan şəbəkənin subvektor modelləri təklif olunmuşdur.

İSTİFADƏ OLUNAN ƏDƏBİYYATLAR

1. Бабков, В. Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование: учеб. пособие для вузов / В. Ю. Бабков, М. А. Вознюк, П. А. Михайлов. – 3-е изд. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 222 с.
2. Буснюк, Н. Н. Системы мобильной связи : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-98 01 03 «Программное обеспечение информационной безопасности»/ Н. Н. Буснюк, Г. И. Мельянец. – Минск : БГТУ, 2018. – 153 с.
3. Варюхин С.В., Моргунов В.С., Назаров А.Н. Интеграция приложений в сетях связи с подсистемой IMS. Т•С о т m Телекоммуникации и транспорт №7.2012.- с. 40-44.
4. Гельгор А. Л. Технология LTE мобильной передачи данных: учебное пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011.–188 с.
5. Гельгор А.Л. Технология LTE мобильной передачи данных: учеб. пособие / Гельгор А.Л., Попов Е.А. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. — 204с.
6. Гольдштейн, Б.С. Сети связи: Учебник для ВУЗов/ Б.С. Гольдштейн, Н.А. Соколов, Г.Г. Яновский -СПб.: БХВ-Петербург, -2014. – 400 с.
7. Диязитдинов Р.Р. Системы связи с подвижными объектами. Конспект лекций. – Самара: ФГО БУ ВПО ПГУТИ, 2013. – 204 с.
8. Мищенко, В.Н. Системы подвижной радиосвязи. Лабораторный практикум: учеб. метод. пособие/В.Н. Мищенко.-Минск:БГУИР, 213.-74с.
9. Нусупбеков, С.И., Исследования технологий GPRS на основе стандарта CSM/С.И. Нусупбеков, А.А.Набиева, Д.Б. Абдыкасым.–Текст: непосредственный//Актуальные вопросы технических наук: материалы III Междунар. науч.конф. (г. Пермь, апрель 2015г.).– Пермь: Зебра, 2015. – с.52-54.
10. Попов Е. А. Технология GPRS пакетной передачи данных в сетях GSM: учеб. пособие/Е. А. Попов. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008.-182 с.
11. Сети NGN.Оборудование IMS. Учебное пособие . Б.С. Гольдштейн и др. – СПб.: Теледом ГОУВПО СПбГУТ. 2010 г. – 56 с.
12. Степутин, А. Н., Мобильная связь на пути к 6G.В 2-х тома/ А.

Н.Степутин, А. Д.Николаев.- Изд.Инфра-Инжерия. - 2022.- 796 стр.

13. Технологии мобильной связи: услуги и сервисы / А. Г. Бельтов [и др.]. – М.: Инфра-М, 2015. – 206 с.

14. Тихвинский В. О., Терентьев С. В., Юрчук А. Б. Сети мобильной связи LTE: технология и архитектура. – М.: Эко-Трендз, 2010.

15. Туманбаева К.Х. Мультисервисные телекоммуникационные сети. Конспект лекций для магистрантов специальности 6В0719 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации. - Алматы: АИЭС, 2010.- 52 с.

16. Чаклова, М.И. Проектирование сетей связи: учеб.метод. пособие/М.И. Чаклова.-Минск: БГУИР, 2012.-95с.