

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ

“Radiotexnika və telekommunikasiya” kafedrası

Əlyazması hüququnda

Quluzadə Xeyrulla Nəriman oğlu

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

İxtisaslaşma: “Optik rabitə fizikası və texnikası”

Mövzu: Handover prosedurunun UMTS şəbəkələrindəki xidmətlərin keyfiyyətinə təsirinin öyrənilməsi

MAGİSTR LİK DİSSERTASİYASI

Elmi rəhbər:

t.f.d., dosent A.A. Mövsümov

Bakı-2023

MÜNDƏRİCAT

ƏSAS İŞARƏLƏR VƏ QISALDILMIŞ TERMİNLƏR.....	4
GİRİŞ.....	6
FƏSİL I. MOBİL İNTERNET ANLAYIŞI. GİRİŞ ALƏTLƏRİ.....	10
1.1. Mobil İnternet xidmətlərinin təsnifatı.....	11
1.2. CDMA texnologiyası.....	13
1.3. Kod bölgüsü standartları haqda məlumatın təhlili.....	16
1.4. Radio resurslarının idarə edilməsi.....	21
1.5. GSM 900/1800 təhvil verilməsi prosesi.....	22
Birinci fəsil üzrə nəticələr.....	26
FƏSİL II. WCDMA MOBİL ŞƏBƏKƏLƏRİNDƏ HANDOVER PROSESİ.....	27
2.1. WCDMA mobil şəbəkələrində Handover növləri.....	28
2.2 Rejim daxili və modlar arası Handover.....	29
2.3. Sistemin təhvil verilməsi. UTRAN-GSM sisteminin təhvil verilməsi.	30
GSM-UTRAN Sisteminin Təhvil verilməsi.....	31
2.4. DL-də interferensiyanın təhlili.....	31
İkinci fəsil üzrə nəticələr.....	34
FƏSİL III. SİSTEM SƏVİYYƏSİNİN EFFEKTİVLİYİNİN TƏHLİLİ.....	35
3.1. DL-də yumşaq Handoverin üstün cəhədləri.....	35
3.1.1. Yumşaq təhvil qalıbiyyəti.....	36
3.1.2 . Yumşaq təhvil uduşlarına müxtəlif amillərin təsiri.....	38
3.2 . Hüceyrə seçimi/yenidən seçmə sxemi.....	40
3.2.1 . Müxtəlif hüceyrə seçim sxemlərinin əsas prinsipləri.....	41

3.2.2 . Müxtəlif Hüceyrə Seçmə Sxemlərinin SHO qazanmasına təsiri.....	42
3.3. DL-də gücün idarə edilməsi.....	44
Üçüncü fəsil üzrə nəticələr.....	46
ƏDƏBİYYAT.....	47

ƏSAS İŞARƏLƏR VƏ QISALDILMIŞ TERMİNLƏR

HO – Handover

VHO – Vertical Handover

UMTS - Universal Mobile Telecommunications Service

LTE - Long-Term Evolution

IoT və s.

CDMA- Code Division Multiple Access

GSM - The Global System for Mobile Communication

UTRAN - Universal Terrestrial Radio Access Network

DL- Downlink

FDMA - Frequency Division Multiple Access

MSC- Mobile Switching Center

WiMAX- Worldwide Interoperability for Microwave Access

FWA- Fixed wireless access

ITS- İntellektual Nəqliyyat Sistemləri

V2X- Vehicle-to-everything

İHA- Pilotsuz Hava Vəsiti

QoS- quality of service

UE- User equipment

KPI- Key Performance Indicator

HOL- Handover Latency

RLF- Radio Link Failure

MRO- Multiregion Operation

RSRP- Reference Signal Received Power

GPRS -General Packet Radio Service

WAP- Wireless Application Protocol

SMS- Short Messaging Service

UHF- Ultra High Frequency

FDMA - Frequency Division Multiple Access

RRM –Radio Resource Management

BS –Base Station

FDD - Frequency Division Duplex

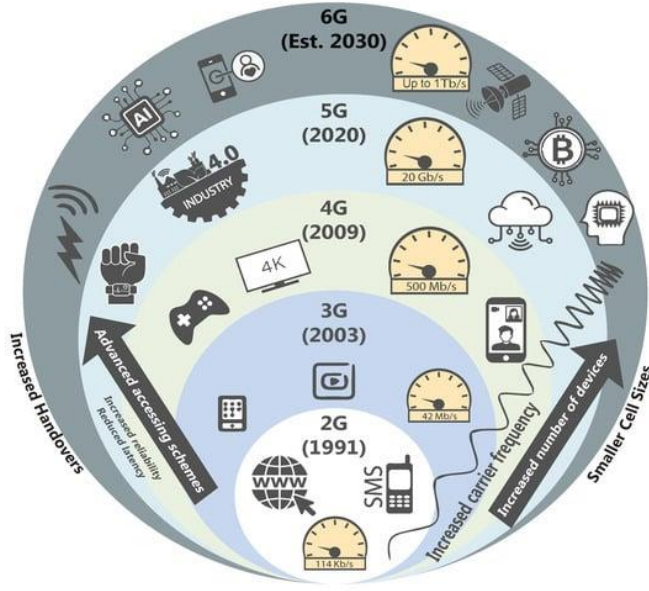
BCCH- broadcast control channel

DCCH- Dedicated Control Channel

GİRİŞ

Sənaye liderləri hazırda 5G şəbəkələri üçün standartları müəyyən ediblər. Gələcək nəsillər şəbəkəsi təbiətə heterojen olacaq, çünki heç bir şəbəkə növü müştəri tələblərindəki bütün sürətli dəyişikliyi aktual şəkildə qarşılaya bilməyəcək. Çox evli cihazların və heterojen şəbəkə (HetNet) həllinin meydana çıxmasıyla uğurlu təhvil-təslim proseslərində böyük nasazlıqlar yaranır. Ləğv edilən aktiv zənglər ya mobil istifadəçi tərəfindən yaşanan keyfiyyətsiz xidmət halları gecikmiş təhvil-təslim (HO) fenomeni və ya uğursuz təhvil-təslim prosedurunun birbaşa hadisəsi ilə əlaqələndirilə bilər. Bu iş bir çox meyarların təhvil-təslim əsasını ənənəvi tək nisbi signal gücü (RSS) bazasıyla müqayisə edir. Wi-Fi, WiMAX, qeyri-səlis əsaslı VHO alqoritm sxemnin performansını təhlil edir.

Yeni simsiz texnologiyaların və tətbiqlərin tətbiqi ilə mobil rabitə şəbəkələri məlumat trafikində və mobil qoşulmaların sayında böyük artım gördü. Mobil qoşulmaların və məlumat trafikinin sayındakı bu artım daha çox insan fəaliyyətinin yüksək olduğu şəhərlərdə və digər ərazilərdə nəzərə çarpır. Ericsson-a görə, ümumi mobil məlumat trafiki 2022-ci ilin sonuna Sabit Simsiz Giriş (FWA) və 2027-ci ilin sonunadək ayda 368 EB daxil olmaqla, ayda 113 Ekzabayt keçəcək. Məlumat trafikindəki bu əhəmiyyətli artım mobil telefon istifadəçiləri, simsiz artırılmış reallıq, oyun, yüksək dəqiqlikli video axını da daxil olmaqla müxtəlif mobil şəbəkədən asılı tətbiqlərlə bağlıdır: səsli və video zəng, İntellektual Nəqliyyat Sistemləri (ITS), Avtomobildən Avtomobilə (V2V), Vasitədən Hər Şeyə (V2X), Əşyaların İnterneti (IoT), Yüksək Sürətli Dəmir Yolu (HSR), Pilotsuz Hava Vasitəsi (İHA), və Avtomatlaşdırılmış İdarəetmə Vasitələri. Bütün bu proqramlar optimal Xidmət Keyfiyyətini (QoS) təmin etmək və daha çox sayda əlaqəni yerləşdirmək üçün həmişə aşağı gecikmə, yüksək etibarlılıq və səmərəli spektr istifadəsinin tələb olunduğu dinamik rabitə paradigmasını nümayiş etdirir. Biz sistemin ötürmə qabiliyyətini və tutumunu genişləndirməklə bu yüksək məlumat tələb edən tələbləri yerinə yetirə bilərik. Bu, yüksək tezlikli diapazonlarda çox geniş bant genişliyini təmin edəcək yüksək tezlikli mmWave rabitəsi konsepsiyasına səbəb olur, halbuki şəbəkənin sıxlaşdırılması və daha böyük şəbəkələrin daha kiçik və müxtəlif HetNet-lərə yüklənməsi, **Şəkil 1** mobil mobil nəsillərin 1G-dən nəzərdə tutulan 6G-yə qədər irəliləyişini nümayiş etdirir, müxtəlif tətbiqləri və mövcud məlumat sürətlərini vurğulayır.



Şəkil 1. Tətbiqləri ilə Mobil Nəsillər.

Kiçik hüceyrə baza stansiyaları (BS) bir neçə yüz metrə qədər məhdud diapazonu əhatə edən aşağı güclü qovşaqlar kimi müəyyən edilir. Bu BS-lar müstəqil və ya makro hüceyrə ilə birlikdə də fəaliyyət göstərə bilər. mmWave rabitəsi və şəbəkə sıxlığı, QoS kimi, ötürmə qabiliyyətini, tutumu və məlumat sürətini xeyli artırdı, lakin mobilliyin idarə edilməsi və təhvil-təslim (HO) hesabına. Çünki hər iki konsepsiya nisbətən məhdud əhatə dairəsi olan kiçik hüceyrələr ideyasına əsaslanır və nəticədə daha tez-tez HO-lar olur.

Şəbəkənin sıxlaşdırılması vəziyyətində, tezliklərin təkrar istifadəsi prinsipinə əsaslanaraq daha çox BS-ni yerləşdirməklə daha çox istifadəçi avadanlığını (UE) yerləşdirmək üçün kiçik hüceyrələrin əhatə dairəsi qəsdən azaldılır. Bunun əksinə olaraq artan yayılma itkiləri mmWave rabitəsi üçün əhatə dairəsinin genişlənməsini məhdudlaşdırır. Hüceyrə əhatə dairəsinin daha kiçik olması səbəbindən, UE müəyyən ssenarilərdə daha çox sayda təhvil-təslim həyata keçirməlidir və bu, əsas performans göstəriciləri (KPI) kimi qiymətləndirilməli olan bir neçə təhvil-təslim probleminə səbəb olur, məsələn, lazımsız təhvil-təslim (UHO), təhvil-təslim uğursuzluqları (HOF), təhvil gecikmə (HOL), radio bağlantısı nasazlıqları (RLF), kəsilmə vaxtı (IT), hüceyrə düşmə nisbəti (CDR) və hüceyrə bloklama nisbəti (CBR). Bu, ötürmələrin sayı ilə sıx əlaqəli olan ötürmə qabiliyyətinə təsir edir, nəticədə QoS və istifadəçi məmnuniyyətinin azalması ilə nəticələnir.

Tədqiqat icması HO-ların sayını azaltmaq və ötürmə qabiliyyəti, xərc və istifadəçi məmnunluğu kimi əlaqəli göstəriciləri artırmaq üçün ilk növbədə mobilliyin və HO idarəetməsinin təkmilləşdirilməsinə diqqət yetirmişdir. Təklif olunan HO yanaşmaları müxtəlif

ssenarilər və situasiyalar əsasında hazırlanmışdır, qeyri-səlis məntiq nəzarətçiləri kimi yumşaq hesablama metodları bu şəbəkələrdə trafik idarə edilməsi, sıxlığa nəzarət, qərarların qəbulu və şəbəkənin optimallaşdırılması üçün geniş istifadə olunur. Bundan əlavə, dərin öyrənmə (DL), maşın öyrənməsi (ML) və metaevristik yanaşmalar, həmçinin UE sürəti, istinad signalının qəbulu gücü (RSRP) və coğrafi məlumat kimi parametrlər əsasında hazırlanmış bir neçə özünü optimallaşdırma alqoritmləri də tətbiq edilmişdir.

Üçüncü Nəsil Tərəfdaşlıq Layihəsi (3GPP) təhvil-təslim marjası (HOM) və vaxt da daxil olmaqla, təhvil nəzarət parametrlərini tənzimləmək üçün Özünü Optimizasiya edən Şəbəkələrin (SON) bir hissəsi kimi Multi region Əməliyyat (MRO) və Yük Balansının Optimizasiyası (LBO) funksiyalarını təqdim etdi. (TTT) MRO və LBO-nun əsas məqsədi KPI-lərdən istifadə etməklə qiymətləndirilən kommunikasiya edən UE-lər arasında yüksək keyfiyyətli əlaqə saxlamaq üçün bu parametrləri avtomatik optimallaşdırmaqdır. HOM və TTT dəyərlərinin tənzimlənməsi çoxsaylı KPI-lərə təsir etsə də, bu optimallaşdırma metodologiyaları sistemin ümumi performansını yaxşılaşdırmışdır. Məsələn, TTT-nin artırılması HOPP-ni azaldır, lakin yüksək UE sürətlərində RLF-ni artırır. Beləliklə, optimal tarazlığın tapılması KPI-lərin idarə edilməsində və təkmilləşdirilməsində problem olaraq qalır. Ədəbiyyatda bir neçə optimallaşdırma metodu mövcud olsa da, HOM və TTT üçün optimal tetikləmə parametrləri üçün ideal həllin tapılmasında hələ də doldurulmalı boşluq var.

Mobilliyə əsaslanan istifadəçilərin və tətbiqlərin artması səbəbindən mobilliyin idarə edilməsi cari və gələcək mobil rabitə sistemlərində həlledici dizayn problemi hesab olunur. Daha böyük bant genişliyi, daha kiçik hüceyrələr və artan istifadəçi tutumu və daimi məlumat tələbləri üçün HetNets üçün yüksək tezliklərin istifadəsi artıq təhvil idarəetmənin əhəmiyyətini vurğulamışdır. Bu sorğuda biz mobil rabitə şəbəkələrində mobillik və təhvil idarəetmə ilə bağlı cari və gələcək tələblərə diqqət yetiririk. Effektiv təhvil-təslim üçün zərurətlər və texnikalar haqqında anlayış əldə etmək üçün biz RSRP, sürətə əsaslanan və maşın öyrənməsi, dərin öyrənmə və yumşaq hesablama kimi qabaqcıl metodlar daxil olmaqla müxtəlif təhvil-təslim yanaşmalarını diqqətlə nəzərdən keçirdik.

Ədəbiyyatda təklif olunan HO-nun idarə edilməsi üçün çoxsaylı üsullar var, lakin onların heç biri həllini təmin etmək üçün kifayət qədər mükəmməl deyil. Təqdim olunan xidmətlərin, xüsusən də mobil İnternetin həcmi və keyfiyyətini artırmaq məqsədilə WCDMA texnologiyasına əsaslanan üçüncü nəsil universal multiservis şəbəkələrinin inkişafını və

gələcək optimallaşdırılmasını planlaşdıran mobil operatorlar üçün mobil internetin işinə birbaşa təsir edən parametrlərin optimallaşdırılması vəzifəsi bütövlükdə şəbəkənin fəaliyyəti aktual və aktual məsələdir.

Bu işin məqsədi əməliyyat keyfiyyətinə və bütövlükdə şəbəkə performansına təsir edən yumşaq ötürmə parametrlərini optimallaşdırmaqla WCDMA texnologiyasına əsaslanan üçüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələrinin səmərəliliyini və rəqabət qabiliyyətini artırmaqdır.

İşin əsas vəzifələri aşağıdakı kimi tərtib edilə bilər:

1. Yumşaq təhvil-təslim ilə əldə edilən aşağı axın istiqamətində sistemin tutumunun artırılmasının müxtəlif resurs idarəetmə sxemlərindən və radio parametrlərindən asılılığının təhlili;

2. Aşağı axın istiqamətində şəbəkə tutumunun maksimallaşdırılması baxımından UMTS şəbəkələrində yumşaq ötürmənin optimallaşdırılması metodunun təklifi;

İşin məqsədi və vəzifələri. Bu işin məqsədi bütövlükdə şəbəkənin iş keyfiyyətinə təsir edən yumşaq ötürmənin parametrlərini optimallaşdırmaqla WCDMA texnologiyasına əsaslanan üçüncü nəsil mobil rabitə şəbəkələrinin səmərəliliyini və rəqabət qabiliyyətini artırmaqdır.

İşin əsas vəzifələri aşağıdakı kimi tərtib edilə bilər:

1. Yumşaq təhvil-təslim ilə əldə edilən aşağı axın istiqamətində sistemin tutumunun artırılmasının müxtəlif resurs idarəetmə sxemlərindən və radio parametrlərindən asılılığının təhlili;

2. Aşağı axın istiqamətində şəbəkə tutumunun maksimallaşdırılması baxımından UMTS şəbəkələrində yumşaq ötürmənin optimallaşdırılması metodunun təklifi ;

3. Yumşaq təhvil zamanı aktiv dəstdə baza stansiyalarının gücünə nəzarət etmək üçün optimallaşdırılmış metodun təklifi.

Elmi yenilik. Əvvəllər 2G şəbəkələrində istifadə edilən sərt ötürmələrə əlavə olaraq, 3G şəbəkələri prinsipcə yeni yumşaq və ən yumşaq təhvil-təslim rejimlərini təqdim etdi.

FƏSİL I

MOBİL İNTERNET ANLAYIŞI. GİRİŞ ALƏTLƏRİ.

Mobil internet mobil daşıma bilən elektron cihazlarla sensorlar vasitəsilə məlumat yarada bilən bütün cihazlar və qurğular arasında ünsiyyətə verilən ümumi addır.

Mobil interneti mobil cihazlardan internetə çıxış kimi də adlandırmaq olar. Məsələn; Smartfonlar, planşet kompüterlər və noutbukların USB modem və PCMCIA kartları ilə CDS, GPRS, 3G, 3.5G (HSPA) və 4G (LTE və ya Wimax) standartlarından biri ilə internet buluduna qoşula biləcəyini göstərmək olar.

Bulud hesablamasının yayılması ilə istənilən vaxt istənilən yerdən eyni istifadəçi təcrübəsini təmin etmək üçün bütün biznes proqramları, xidmətləri və məzmun axınları bir neçə ekrandan əlçatan olmalıdır.

WAP, GPRS, EDGE, 3G kimi məlumat texnologiyaları ilə inteqrasiya olunmuş mobil cihazlara uyğun (bütün wml, html, xhtml şəkillərini dəstəkləyən telefonlarda istifadə edilə bilər) veb mühitinə verilən addır.

Mobil veb mühitində işləyə bilən mobil veb saytları bu gün bəzi transformasiya texnologiyaları ilə əldə etmək olar. Hətta ən kiçik oyunçulara öz internet təcrübəsini mobil mühitə gətirməyə imkan verən mobil veb çeviriciləri (hərəkətlilik transkoder sistemi) mövcuddur.

Bu mobil internet çeviriciləri sayəsində wml, html, xhtml dəstəkləyən bütün mobil telefonlara uyğun mobil internet saytları asanlıqla yaradıla bilər. Buna görə də internet istifadəçiləri üçün mobil medianın (mobil internet) mənası və əhəmiyyəti getdikcə artır.

Mobil internet üçün ilk kommertiya girişi 1996-cı ildə Finlandiyada olub. Bu şəbəkələr Nokia Corporation 9000 Communicator, Sonera və Radiolinjadır. İlk kommertiya təqdimatı, veb əsaslı xidmət Yaponiyada 1999-cu ildə i-mode tərəfindən istifadəyə verilmiş və NTT DoCoMo kimi qeydiyyatla alınmışdır.

Mobil İnternet ilk növbədə səhifələrdə yüngül mətn kimi istifadə olunurdu. Daha sonra məzmun genişləndirildi və bu gün genişlənən hiperlink işarələmə dili (XHTML) və ya simsiz işarələmə dili (WML) ilə istifadə edildi.

1.1 Mobil İnternet xidmətlərinin təsnifatı

İnternet xidmətləri isə istehlakçıların sorğusu əsasında və maraqlarına uyğun olaraq İnternet informasiya-kommunikasiya şəbəkəsində məlumatların axtarışı, emalı, ötürülməsi, çıxışın təmin edilməsi, yerləşdirilməsi, yayılması, saxlanması üzrə tədbirlər məcmusudur.

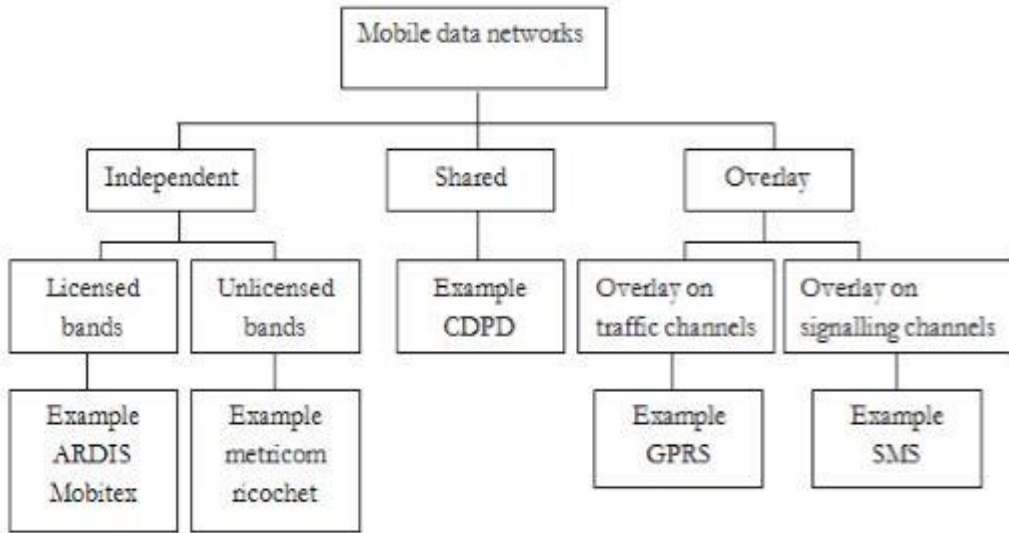
İnternetin təklif etdiyi imkanların kütləvi istifadəsi İnternet xidmətlərinin müxtəlif şərtlərinə səbəb olmuşdur. Xidmətlər və mobil İnternet üçün o, “informasiya prosesinin növü”nə görə təsnif edilir. Bu təsnifata uyğun olaraq aşağıdakılar fərqləndirilir: İstifadə üçün server sahəsinin verilməsini təmsil edən hosting xidmətləri; Rabitə xidmətlərinə və rabitə xidmətlərinə qoşulma xidmətləri; İstifadəçinin poçt serverinə qoşulması üçün xidmətlər; İnformasiyanın ötürülməsi, yayılması, saxlanması, istifadəsi, mühafizəsi üzrə xidmətlər; "Bulud" hesablamalarına giriş əldə etmək xidmət.

Xidmətlərin çoxluğu və müxtəlifliyi onların mahiyyətini və xüsusiyyətlərini nəzərə alan əlamətlərə görə təsnifatını zəruri edir. Təsnifat hər bir xidmət növünün fərqləndirici xüsusiyyətlərini vurğulamağa, mühasibat uçotunun, qiymətləndirmənin, maya dəyərinin hesablanması xüsusiyyətlərini və s. müəyyən etməyə imkan verir. Bu təsnifata görə, bunlar var:

1. Mobil məlumat şəbəkələri yerli və ya kampusdan daha çox əhatə dairəsini əhatə edən geniş ərazilərdə məlumat xidmətlərinə aid olan xidmətlərə, texnologiyalara və standartlara istinad edir.
2. Nümunələr ərazi simsiz məlumat xidmətlərini və CDPD və ya GPRS qısa mesajlaşma xidmətləri kimi mobil şəbəkələrlə eyni əhatə dairəsi üzərində işləyənləri, məsələn, GSM kimi rəqəmsal mobil sistemə daxil etməyi əhatə edir.
3. Bu xidmətlər mesajı yazmaq və göstərmək üçün mobil terminalın 10 rəqəmli klaviaturasından istifadə edir və mesajı çatdırmaq üçün rəqəmsal mobil şəbəkə imkanlarından istifadə edir.
4. Mobil məlumat şəbəkələri mobil infrastrukturla əlaqəsinə görə üç kateqoriyaya (Şəkil 1.1.) bölünür - müstəqil, paylaşılan və üst-üstə düşən şəbəkələr.

A. Müstəqil Mobil Məlumat:

Müstəqil şəbəkələrin öz spektr xidmətinə və heç bir başqa xidmətlə əlaqələndirilməyən öz infrastrukturuna və heç bir başqa xidmətlə paylaşılmayan öz infrastrukturuna malikdir. Bu şəbəkələr iş tezlik diapazonunun vəziyyətinə görə iki qrupa bölünür. Birinci qrup lisenziyalı diapazonlarda müstəqil spektrdən istifadə edir. Belə şəbəkələrə misal olaraq ARDIS və Mobitex-i göstərmək olar və tarixən onlar təqdim edilmiş ilk mobil məlumat xidmətləri idi. Belə şəbəkələr iqtisadi cəhətdən uğurlu deyildi, çünki orada əsasən şaquli tətbiqdən yaradılan yerlər infrastrukturun həyata keçirilməsi xərclərini əsaslandırma bilmirdi. Müstəqil mobil məlumat şəbəkələrinin ikinci qrupu müxtəlif proqramlar və istifadəçilər arasında paylaşılan lisenziyasız spektrdən istifadə edir.



Şəkil 1.1. Mobil məlumat şəbəkələrinin mobil infrastrukturla əlaqəsinə görə kateqoriyaları.

B. Paylaşılan mobil məlumat:

1. Bu şəbəkə spektri və infrastrukturun bir hissəsini xidmət boyu yönümlü artıq mövcud səsə paylaşır. Bu xidmət analoq səs üçün istifadə edilən eyni radio kanallarında işləyir, lakin onların hava interfeysi və MSC protokolları var.
2. Məlumat üçün ayrılmış kanallara əlavə olaraq, bu mobil məlumat xidməti mövcud istifadə olunmamış səs kanallarından da istifadə edə bilər. Bu sistem mövcud sistem infrastrukturunu bölüşür, ona görə də ilkin investisiya böyük deyil və mümkün qədər tədricən edilə bilər.

3. Müştəri bazası genişləndikcə abonent tələbləri və sonradan digər sahəyə daxil olması nəzərdə tutulan sahədə ilkin inkişaf etdirilə bilər.
4. Spektr və infrastrukturun bir hissəsini AMPS ilə paylaşan CDPD xidməti belə bir şəbəkəyə nümunədir.
5. Onun müstəqil hava interfeysi və MSC təbəqəsi yoxdur. Məlumat xidmətinin fəaliyyəti üçün tələb olunan əlavə infrastrukturla yanaşı.

C. Mobil məlumatların üst-üstə düşməsi:

1. Mobil məlumat şəbəkələrinin sonuncu qrupu mövcud şəbəkələr və xidmətlər üzərində üst-üstə düşür. Bu o deməkdir ki, məlumat xidməti yalnız başqa xidmət üçün ayrılmış spektrdən istifadə etməyəcək, həm də mövcud səs yönümlü rəqəmsal mobil sistemin MAC çərçivələri və hava interfeysi GPRS və GSM SMS-ləri belə üst-üstə düşmə nümunələridir.
2. Bu, GSM-də trafik kanalları və siqnal kanallarında mövcud olan boş vaxtdan istifadə edir.
3. İnternet xidmətlərinin təsnifatını təhlil etdikdən sonra belə nəticəyə gəlmək olar ki, onların hamısı İnternetdəki məlumatlarla bağlıdır. İnternetdəki məlumatlarla həyata keçirilən hərəkətlərə görə, biz İnternet xidmətlərinin aşağıdakı növlərini ayırmağı rəşional hesab edirik:

- İnförmasiyanın yerləşdirilməsi və saxlanması üzrə (hostinq);

- Məlumat mübadiləsi (elektron poçt, ani mesajlaşma xidmətləri);

- Məlumatların ötürülməsi üzrə (internet reklamı, axtarış sistemləri);

- İnförmasiyaya çıxışın təmin edilməsi haqqında (İnternetə çıxışın təmin edilməsi).

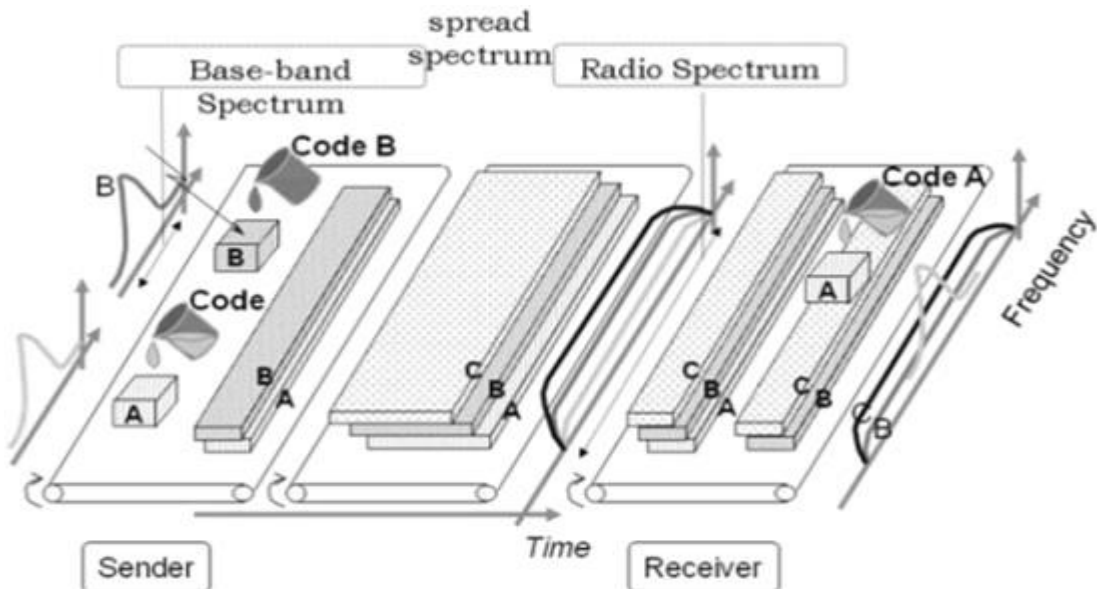
1.2. CDMA texnologiyası

Code Division Multiple Access (CDMA) müxtəlif siqnalları tək bir ötürmə kanalını tutmaq üçün asanlaşdırən bir növ multipleksləşdirmədir. Mövcud bant genişliyindən istifadəni optimallaşdırır. Texnologiya adətən ultra yüksək tezlikli (UHF) mobil telefon sistemlərində, 800-MHz və 1.9-GHz arasında dəyişən diapazonlarda istifadə olunur. Code Division Multiple Access sistemi zaman və tezlik multipleksinqindən çox fərqlidir. Bu sistemdə istifadəçinin

bütün müddət ərzində bütün bant genişliyinə çıxışı var. Əsas prinsip ondan ibarətdir ki, müxtəlif istifadəçiləri fərqləndirmək üçün müxtəlif CDMA kodlarından istifadə edilir.

Ümumiyyətlə istifadə edilən üsullar birbaşa ardıcılıqla yayılmış spektr modulyasiyası (DS-CDMA), tezlik atlama və ya qarışıq CDMA aşkarlanmasıdır (JDCDMA). Burada geniş bant genişliyi üzərində uzanan bir siqnal yaradılır. Bu hərəkəti yerinə yetirmək üçün yayılma kodu adlanan kod istifadə olunur. Bir-birinə ortoqonal olan bir qrup koddan istifadə edərək, müxtəlif ortoqonal kodları olan bir çox başqa siqnalların mövcudluğunda verilmiş kodu olan bir siqnal seçmək mümkündür.

CDMA, hər bir səs paketini iki PN kodu ilə emal etməklə 1.2288 MHz kanalda 61-ə qədər eyni vaxtda istifadəçiyə imkan verir. Zənglər və nəzəri limitlər arasında fərq qoymaq üçün 64 Walsh kodu mövcuddur. Əməliyyat məhdudiyyətləri və keyfiyyət problemləri maksimum zəng sayını bu dəyərdən bir qədər aşağı azaldacaq. Əslində bir çox fərqli istifadəçinin dəstəklənməsinə imkan vermək üçün müxtəlif yayılma kodları ilə bir çox müxtəlif "siqnallar" baza zolağı eyni daşıyıcıda modulyasiya edilə bilər. Müxtəlif ortoqonal koddan istifadə edərək, siqnallar arasında müdaxilə minimaldır. Əksinə, siqnallar bir neçə mobil stansiyadan qəbul edildikdə, baza stansiyası hər birini təcrid edə bilər, çünki onların müxtəlif ortoqonal yayılma kodları var. Şəkil 1.2-də CDMA sisteminin texniki xüsusiyyətləri göstərilir. Təbliğat zamanı biz bütün istifadəçilərin siqnallarını qarışdırdıq, lakin bununla siz qəbul edən tərəfin göndərilməsi zamanı istifadə olunan kodla eyni kodu istifadə edirsiniz. Siz yalnız hər bir istifadəçinin siqnalını çıxara bilərsiniz.



Şəkil 1.2. CDMA sisteminin texniki xüsusiyyətləri.

CDMA-da istifadə olunan diapazon 824 MHz-dən 894 MHz-ə qədərdir (50 MHz + 20 MHz ayırma).

- Tezlik kanalı kod kanallarına bölünür.
- 1,25 MHz FDMA kanalı 64 kod kanalına bölünür.

CDMA-nın üstünlükləri

CDMA yumşaq tutuma malikdir. Kodların sayı nə qədər çox olarsa, istifadəçilərin sayı da bir o qədər çox olar. Aşağıdakı üstünlüklərə malikdir:

- CDMA yaxın-uzaq təsirindən əziyyət çəkdiyi üçün sıx güc nəzarəti tələb edir. Başqa sözlə, eyni güclə ötürmə edən baza stansiyasının yaxınlığındakı istifadəçi sonuncu siqnalı boğacaq. Bütün siqnallar qəbuledicidə az və ya çox bərabər gücə malik olmalıdır
- Dırmıq qəbulediciləri siqnal qəbulunu yaxşılaşdırmaq üçün istifadə edilə bilər. Siqnalın gecikmiş versiyaları (çip və ya daha sonrakı) toplanır və bit səviyyəsində qərarlar qəbul etmək üçün istifadə edilə bilər.
- Çevik köçürmə istifadə edilə bilər. Mobil baza stansiyaları operatoru dəyişmədən dəyişə bilər. İki baza stansiyası mobil siqnal qəbul edir və mobil iki baza stansiyasından siqnalları qəbul edir.
- Transmission Burst – müdaxiləni azaldır.

CDMA-nın çatışmazlıqları

CDMA-dan istifadənin çatışmazlıqları aşağıdakılardır:

- Kodun uzunluğu diqqətlə seçilməlidir. Böyük kod uzunluğu gecikməyə səbəb ola bilər və ya müdaxiləyə səbəb ola bilər.
- Vaxt sinxronizasiyası tələb olunur.
- Tədricən köçürmə radio resurslarının istifadəsini artırır və tutumu azalda bilər.
- Baza stansiyasından alınan və ötürülən gücün cəminə sabit güc nəzarəti lazımdır. Bu, bir neçə təhvil ilə nəticələnmə bilər.

CDMA Şəbəkəsi CDMA texnologiyasını tənzimləmək üçün nəzərdə tutulmuş sistemdir. O, baza stansiyasından, ötürücü antenadan, qəbuledici antenadan tutmuş mobil kommunikasiya mərkəzlərinə qədər bütün aspektləri və funksionallığı əhatə edir.

Mobil telefon məlumatlarının sürəti ISDN olmayan 13kbps və ya 8kbps olduğundan, lakin mobil kommutasiya mərkəzi (MSC) olan açarlar ümumiyyətlə 64 kbps-ə keçir. Buna görə də, onu dəyişdirməzdən əvvəl bu mobil məlumat sürətini 64 kbps-ə çevirmək lazımdır. Bu, transkoder olan üzv tərəfindən həyata keçirilir. Transkoder ayrıca bir element ola bilər və ya hər bir baza stansiyasında və ya MSC-də yerləşdirilə bilər.

1.3 Kod bölgüsü standartları haqda məlumatın təhlili.

Rəqəmsal rabitə üçün rabitə kanalının maksimum bant genişliyi Şennon düsturu ilə müəyyən edilir:

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right), \quad (1.1)$$

burada C kanalın tutumu, bit/s ;

B - kanalın bant genişliyi, Hz;

S/N siqnal-küy nisbətidir.

Bu düsturdan görmək olar ki, sabit S/N nisbəti üçün ötürmə qabiliyyəti bant genişliyi ilə müəyyən edilir. CDMA texnologiyasında ilkin məlumat siqnalı ötürülməzdən əvvəl daha yüksək sürətə malik olan, artıq çip ardıcılığı adlanan yayılma ardıcılığı ilə vurulur. Bu dərəcələrin nisbəti spektrin yayılma SF əmsəlidir:

$$SF = \frac{B_{\text{chip}}}{R}, \quad (1.2)$$

burada B_{chip} çiplərin sürətidir;

R faydalı məlumatın ötürülmə sürətidir.

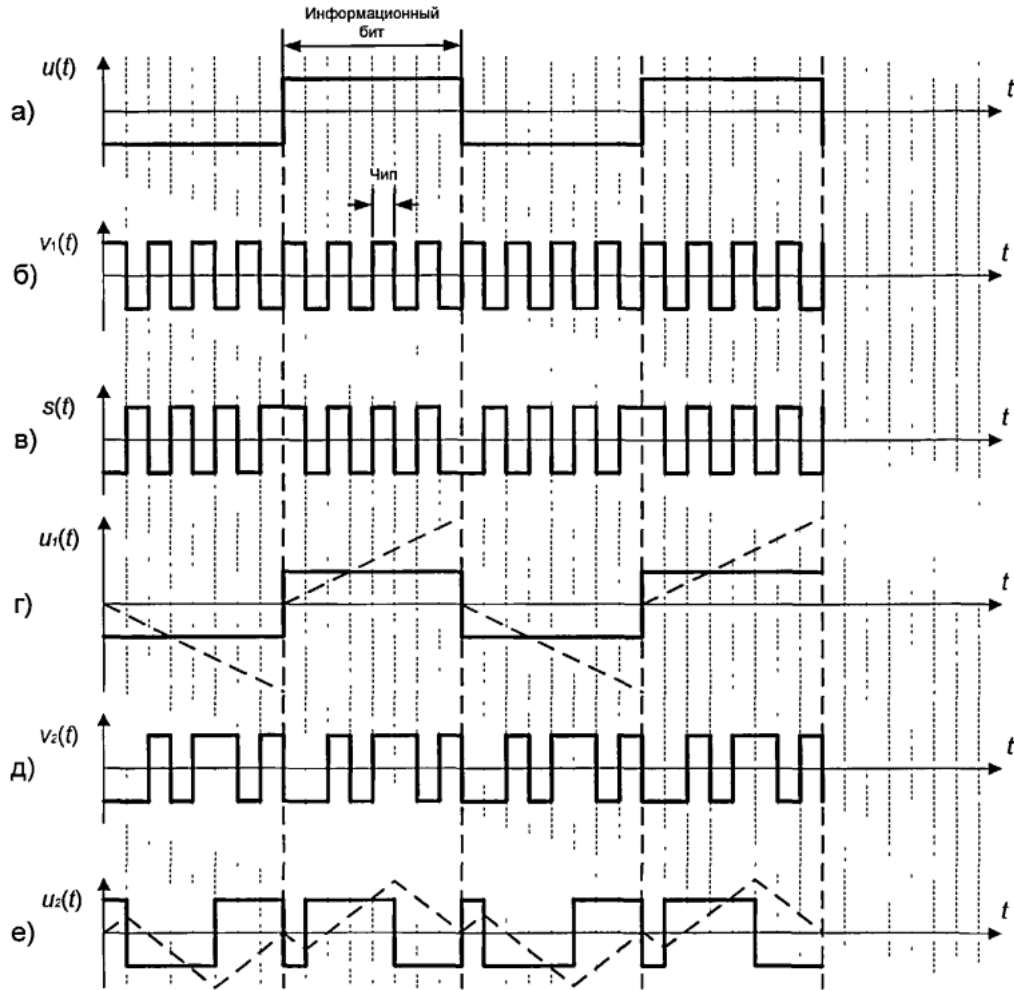
Rəqəmsal rabitə sistemlərinin işini müəyyən etmək üçün 1 bit (E_b) siqnal enerjisinin 1 Hertz (N_0) səs-küy gücü sıxlığına nisbətindən istifadə olunur:

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S}{N} SF. \quad (1.3)$$

Bu düsturdan görünür ki, E_b/N_0 nisbətində yayılma əmsalını (SF) artırmaqla biz tələb olunan C/N nisbətini azaldırıq.

CDMA-da ötürən tərəfə yayılmaq və məlumat signalını qəbul edən tərəfdən çıxarmaq iki əsas əməliyyat sayılır. Bu halda, ötürülən signal adətən iki ardıcılığa vurulur: scrambling və kanallaşdırma. Scrambling kodları bir mənbədən (xüsusi baza və ya abunəçi stansiya) yayılan çoxsaylı signalı təcrid etmək üçün istifadə olunur. Kanallaşdırma kodları bir mənbənin signalını ayırmağa imkan verir. Kanallaşdırma kodlarının istifadəsi şəkil 1.3-də göstərilmişdir.

Bizdə +1 və -1 səviyyəli orijinal binar $u(t)$ (şəkil 1.3, a) signalı var, onu $v_1(t)$ kod ardıcılığına vururuq (və ya modulu əlavə edirik) (şək. 1.3, b) belə ki, hər bir məlumat biti üçün kod ardıcılığının n biti (çipi) var idi. Şəkil 1.3-də, sadəlik üçün $n=8$ qəbul edilir, praktikada isə $n=4..256$. Vurma nəticəsində rabitə kanalı üzərindən $s(t)=u(t)v_1(t)$ ardıcılığını alırıq (şəkil 1.3, c). Qəbul edən tərəfdə signal eyni ardıcılıqla $v_1(t)$ vurulur və ilkin signal alınır $u_1(t)=s(t)v_1(t)=u(t)$ (şəkil 1.3 d-də bütöv xətt ilə göstərilmişdir). Qəbul edilən signalın korrelyasiya funksiyası da hər bir məlumat bitinin ötürülmə intervalı üzərində inteqrasiyası ilə hesablanır (şəkil 1.3, d-də kəsikli xəttlə göstərilmişdir). Bu inteqral hər bir məlumat bitinin ötürülməsinin sonunda sıfıra təyin edilir və ötürülən bitin qiymətini göstərir. Alınan $s(t)$ ardıcılığını hansısa başqa kod ardıcılığı $v_2(t)$ ilə vursaq (şək. 1.3, e), onda nəticədə $u_2(t)=s(t)v_2(t) \neq u(t)$ informasiya signalını almayacağıq (şək. 1.1, e). Bu halda, informasiya biti intervalında müsbət və mənfi çiplərin cəmi sıfır olduğu üçün inteqral hər bir məlumat bitinin intervalının sonunda sıfır qiymətə malik olacaqdır.



1.3. Kod yayılması spektrinin prinsipi.

Beləliklə, bütün kod ardıcılığı ortoqonal siqnallar qrupunu təşkil edir və qəbuledicidə müəyyən bir siqnal seçməyə imkan verir. Ortoqonal ardıcılığın xüsusiyyəti belədir:

$$\sum_{i=1}^n v_j(i)v_k(i) = \begin{cases} n, & \text{если } j = k \\ 0, & \text{если } j \neq k \end{cases} \quad (1.4)$$

Fərqli yayılma faktorlarını tətbiq etməklə fərqli ötürmə sürətləri əldə edilir. Beləliklə, $SF=256$ kanal B çipində $B_{çip}/SF=15$ kbit/s ötürmə sürətini verir, SF isə $=4$ - sürət $B_{çip}/SF= 960$ kbps.

Kanallaşdırma kodlarının istifadəsi bir çox istifadəçinin siqnallarını bir tezlik diapazonunda ötürməyə imkan verir, lakin istifadə olunan spektr n dəfə genişləndiyi üçün tezlik resursundan istifadənin səmərəliliyini artırmır. CDMA-ya keçiddə qazanc, hər bir baza stansiyası üçün fərqli olan, kanallaşdırma kodları ilə eyni çip dərəcəsinə malik olan şifrələmə

kodlarından istifadə etməklə əldə edilir. Scrambling kodlar kimi avtokorrelyasiya funksiyası (1.5) sıfır çip sürüşməsində bir dar maksimuma malik olan ardıcılıqlardan istifadə olunur $\tau=0$.

$$K(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} m(\tau)m(t-\tau)dt . \quad (1.5)$$

WCDMA-da müxtəlif SF əmsalı olan kanalların şərti paylanmasını çərçivə uzunluğunun 10 ms olduğunu və radiasiya gücünün yayılma faktoru ilə tərs mütənasib olduğunu nəzərə alaraq şəkil 1.4-də təsvir edək. Birinci kadr zamanı altıncı kanal digərlərinə nisbətən daha yüksək məlumat sürətinə malikdir, sonra birinci kanal məlumat sürətini artırır.

Yuxarı istiqamətdə siqnalın müvəffəqiyyətlə qəbul edilməsi üçün müəyyən bir məlumat ötürülməsi növü üçün tələb olunan siqnalın səs-küy nisbəti təmin edilməlidir, və bu da aşağıdakı ifadə ilə müəyyən edilir:

$$\frac{E_b}{N_0} \geq \frac{SF \cdot P_j}{P_m + v \left(\sum_{i=1}^n P_i - P_j \right) + \sum_{l=1}^m P_l} , \quad (1.6)$$

burada E_b/N_0 - bu ötürmə növü üçün tələb olunan S/K nisbəti ;

SF - spektrin yayılması faktoru;

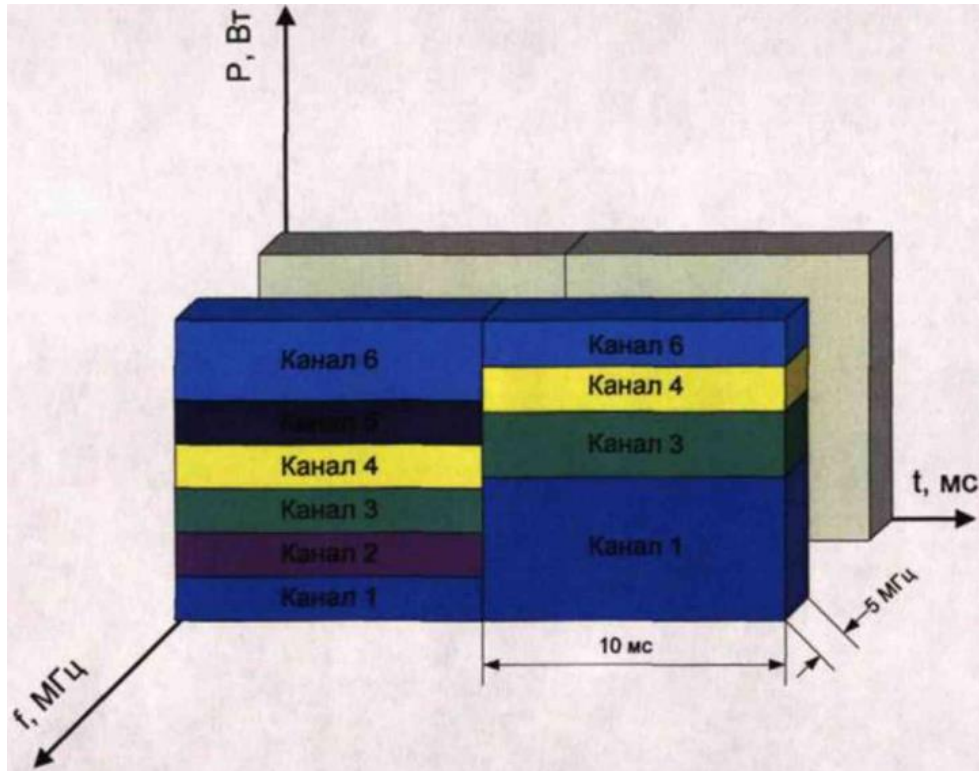
P_j - qəbuledicinin BS-nin girişindəki y abonentin siqnal gücü ;

P_m - qəbuledicinin girişindəki istilik səs-küyünün gücü

$v \left(\sum_{i=1}^n P_i - P_j \right)$ - öz hüceyrəsinin abunəçilərinin bütün $n-1$ siqnallarının ümumi gücü

v - abunəçinin aktivlik əmsalı;

$\sum_{l=1}^m P_l$ - qonşu hüceyrəsində abunəçilərin müdaxilə siqnallarının gücü.



1.4. WCDMA-da юәrti ланал нөlgүсü

Aşağı istiqamət üçün oxşar düstur budur:

$$\frac{E_b}{N_0} \geq \frac{SF \cdot P_j}{P_m + P_{BS1}(1-a) + \sum_{i=2}^n P_{BSi}}, \quad (1.7)$$

burada E_b/N_0 - bu ötürmə növü üçün tələb olunan S/K nisbəti ;

SF - spektrin yayılması faktoru;

P_j - MS qəbuledicisinin girişindəki cı y abonentin siqnal gücü ;

P_m - qəbuledicinin girişindəki istilik səs-küyünün gücü;

P_{BS1} - j abunəçisinin əlaqə qurulduğu BS hüceyrəsinin ümumi gücü;

a - BS siqnallarının ortoqonallıq əmsalı;

$\sum_{i=2}^n P_{BSi}$ - qonşu hüceyrəsində abunəçilərin müdaxilə siqnallarının gücü.

(1.6) və (1.7) düsturlarından görünür ki, şüalanma gücü spektrin yayılma əmsalı ilə tərs mütənasibdir. Burada və aşağıda biz müdaxilə və səs-küy anlayışları arasında fərq qoymayacağıq, çünki xz və proqram təminatının tətbiqi zamanı riyazi hesablamaları sadələşdirməyə imkan verir. Şəbəkələrin işləməsinin real şərtlərinə yaxın olan hesablamalar üçün gələcəkdə düzəliş faktorlarını tətbiq etmək lazımdır.

14. Radio resurslarının idarə edilməsi

Radio Resurs İdarəetmə (RRM) simsiz rabitə sistemlərində birgə kanal müdaxiləsi, radio resursları və digər radio ötürülmə xüsusiyyətlərinin sistem səviyyəsində idarə olunmasıdır. RRM-in əsas məqsədi məhdud RF spektri resurslarından və radio şəbəkə infrastrukturundan mümkün qədər səmərəli istifadə etməkdir. Ötürmə gücü, istifadəçi bölgüsü, şüanın formalaşması, məlumat sürəti, ötürmə meyarları, modulyasiya sxemi, səhv kodlaşdırma sxemi və s. kimi parametrlərə nəzarət etmək üçün bir neçə strategiya və alqoritm istifadə olunur.

RRM nöqtədən nöqtəyə kanal tutumundan daha çox istifadəçi və çoxhüceyrəli şəbəkə tutumu məsələlərini həll edir. Bu o deməkdir ki, o, simsiz cihazların qüllələrə fərdi qoşulmalarından daha çox, bir neçə rabitə qülləsindən, bir neçə təkrarlayıcıdan, marşrutlaşdırıcıdan və bütövlükdə əlaqəli cihazlardan ibarət böyük şəbəkənin resurslarının idarə edilməsini nəzərdə tutur. Ənənəvi telekommunikasiya tədqiqatı və təhsili rabitə kanallarının və mənbə kodlarının bir istifadəçini nəzərə alaraq proqramlaşdırılmasını nəzərdə tutur, lakin bir neçə istifadəçi və qonşu baza stansiyaları eyni tezlik kanalını paylaşdıqda, maksimum kanal tutumuna nail olmaq mümkün olmaya bilər. RRM xarici səs-küylə deyil, ortaq kanal (eyni kanal daxilində) müdaxiləsi ilə məhdudlaşdırılan sistemlərdə xüsusilə vacibdir. Məsələn, RRM həmçinin büdcə daxilində şəbəkənin spektral effektivliyini qorumağa kömək edir. Simsiz şəbəkənin yerləşdirilməsi üçün xərclər adətən baza stansiyasının yerləşdiyi yerin məsrəflərindən (daşınmaz əmlak xərcləri, planlaşdırma, texniki xidmət, paylama şəbəkəsi, enerji və s.) və bəzən də tezlik lisenziyası haqlarından ibarətdir. RRM həmçinin şəbəkə keyfiyyətinin maksimum səmərəliliyə nail olmaq üçün istifadəçilər üçün müəyyən səviyyədə aşağı düşməməsi üçün bir növ istifadəçi ədalətliyi məhdudluğu və ya şəbəkə keyfiyyətinin dərəcəsi altında sistemin spektral səmərəliliyini maksimuma çatdırır.

Klassik radio resurslarının idarə edilməsi ilk növbədə vaxt və tezlik resurslarının (sabit məkan təkrar istifadə nümunələri ilə) bölüşdürülməsini nəzərdə tutsa da, son vaxtlar çox istifadəçili MIMO üsulları məkan domenində də adaptiv resursların idarə edilməsinə imkan verir. Statik RRM həm əl ilə, həm də kompüter dəstəklili sabit hüceyrə planlamasını və ya radio şəbəkə planlamasını əhatə edir. Statik RRM sxemləri bir çox ənənəvi simsiz sistemlərdə, məsələn, 1G və 2G mobil sistemlərinə, həmçinin bugünkü simsiz lokal şəbəkələrdə və qeyri-mobil sistemlərdə, məsələn, yayım sistemlərinə istifadə olunur. Dinamik RRM sxemləri radio şəbəkəsinin parametrlərini trafik yükünə, istifadəçi mövqelərinə, istifadəçi hərəkətliliyinə, xidmətin keyfiyyətinə, baza stansiyasının sıxlığına və s. uyğunlaşdıraraq uyğunlaşdırır. sistemin spektral səmərəliliyini artırmaq. Effektiv dinamik RRM sxemləri sistemin spektral səmərəliliyini böyüklük sırası ilə artırır ki, bu da tez-tez qabaqcıl kanal kodlaşdırması və mənbə kodlaşdırma sxemlərinin tətbiqi ilə mümkün olandan xeyli çoxdur. Mobil telefon və ya mobil telekommunikasiya sisteminin əsas elementlərindən biri sistemin yaxşı tezliklərin təkrar istifadəsi və əhatə dairəsini təmin etmək üçün çoxlu kiçik hüceyrələrə bölünməsidir. Bununla belə, mobil bir hüceyrədən digərinə keçərkən əlaqəni saxlamaq mümkün olmalıdır və əlaqə bir hüceyrədən digərinə keçməlidir.

Bunun baş verdiyi proses təhvil-təslim və ya təhvil-təslim kimi tanınır. "Təhvil vermə" termini Avropada daha geniş istifadə olunur, halbuki "təhvil vermə" Şimali Amerikada daha çox istifadə olunur. İstənilən halda təhvil və təhvil eyni prosesdir.

İstifadə olunan terminologiyadan asılı olmayaraq, proses eynidir və tez və effektiv şəkildə həyata keçirilməlidir.

1.5. GSM 900/1800 təhvil verilməsi prosesi.

Hər hansı bir mobil sistem daxilində təhvil və ya təhvil prosesi böyük əhəmiyyət kəsb edir, çünki bu, mobil telekommunikasiyanı etibarlı texnologiyaya çevirən üsullardan biridir. Bu kritik bir prosesdir və səhv təhvil verilərsə, zəng keyfiyyətinin əhəmiyyətli dərəcədə pisləşməsinə səbəb ola bilər və ya daha da pisi, təhvil çox gec qoyularsa, bu, zəngin dayandırılması ilə nəticələnə bilər. Keçirilmiş zənglər istifadəçiləri xüsusilə qıcıqlandırır və buraxılan zənglərin sayı artarsa, müştəri narazılığı artır və onların başqa şəbəkəyə keçməsi ehtimalı var. Müvafiq olaraq, GSM təhvil-təslimi standartın hazırlanması zamanı xüsusi diqqət yetirildiyi sahə idi.

Təhvil-təslim prosesi ümumi mobil rabitə şəbəkəsinin baza stansiyasının və ya radio giriş şəbəkəsinin elementinin bir çox sahələrini, eləcə də əsas şəbəkənin özünü əhatə edir. Şəbəkənin bütün elementlərinin sürətli və effektiv ötürməni təmin edə bilməsini təmin etmək bütövlükdə şəbəkənin uğurlu fəaliyyəti üçün vacibdir.

GSM 900/1800 şəbəkələrində dörd növ ötürmə var:

1. Rabitə keyfiyyəti pisləşdikdə təhvil (xilas etmə).
2. MS enerji istehlakını minimuma endirmək üçün təhvil (güc büdcəsinin təhvil verilməsi).
3. Qonşu hüceyrələr arasında yükün yenidən bölüşdürülməsinin təhvil verilməsi (yüklənmə təhvili).
4. Çox qatlı hüceyrə arxitekturasına malik şəbəkələrdə təhvil verilməsi (900 və 1800 MHz tezlikli hüceyrələr).

Xilas etmə işlərinin təhvil verilməsinin səbəbləri bunlardır: sahə gücünün azalması, radiokanalda və interfeysdə səhvlərin olması, bu da öz növbəsində ötürücüdən uzaqlaşması, müdaxilənin olması, radio siqnalın çox yollu yayılması ilə və s. nəticələnə bilər. Enerji istehlakını minimuma endirmək üçün MS-lər enerji büdcəsinin təhvil verilməsini həyata keçirir, bu da zəngi əlaqə keyfiyyətinin məqbul olaraq qaldığı və MS və BS ötürücüləri tərəfindən yayılan güclərin minimal olduğu hüceyrəyə ötürür. Yük paylaşma təhvil-təslimi zənglərin bir hissəsini ağır yüklənmiş hüceyrədən daha az yüklənmiş qonşu hüceyrələrə köçürür. Təhvil-təslim hüceyrələrin çox qatlı arxitekturasına malik şəbəkələrdə (mikro, makro, piko-hüceyrələr və s.) ötürülmə çağırışların iyerarxiyanın bir səviyyəsindən digərinə keçid qaydasını müəyyən edir. İlk iki növ təhvil radiokanalın xüsusiyyətləri, qalanları şəbəkə meyarları, daha doğrusu, radio şəbəkə resurslarının istifadəsi ilə müəyyən edilir.

GSM 900/1800 sistemində qoşulma keyfiyyətinə nəzarət qurulduğu andan sonuna qədər baş verir. Bağlantı keyfiyyət göstəriciləri mobil və baza stansiyalarının qəbul edilmiş siqnal səviyyələri, MS və BS-də kanalın dekodlanmasından əvvəl səhv dərəcəsinin dəyəri və altı ən yaxşı BS qonşu hüceyrəsinin qəbul edilmiş siqnal gücü dəyərləridir. Aşağı və yuxarı keçid keyfiyyətinə nəzarət eyni vaxtda və müstəqil şəkildə həyata keçirilir. Bağlantı keyfiyyətinin təhlili məlumatları MS və BS tərəfindən alınan ölçmələr əsasında yaradılır və sonra baza stansiyası nəzarətçisinə (Baza Stansiya Nəzarətçisi, BSC) ötürülür.

MS və BS-dən alınan ölçmələr əsasında BSC tərəfindən qəbul edilir. Təhvil-təslim üçün namizəd xanaların seçilməsi ölçmə nəticələrinin parametrlər dəsti, müxtəlif qonşu

xanalar cütləri üçün müəyyən edilmiş hədlər ilə müqayisəsindən ibarətdir və həm hədlərin dəyərindən, həm də namizəd xanaların seçilməsi alqoritmindən asılıdır. Təhvil-təslim prosesini bir neçə mərhələyə bölmək olar :

- MS və BS sahə gücü səviyyəsinin ölçülməsini aparır, yuxarı və aşağı keçid xəta dərəcələrini müəyyən edir və bu ölçmələri BS nəzarətçisinə bildirir;
- BS nəzarətçisi ölçmə nəticələrini əvvəlcədən emal edir, onları böyüdür, ortalayır və çəkir;
- O, həmçinin emal edilmiş ölçmə nəticələrini təhvil-təslim parametrlərinin dəyərləri ilə müqayisə edir və onun zəruriliyinə qərar verir;
- O, həmçinin təhvil vermək üçün namizəd xanaların siyahısını formalaşdırır və bu siyahıdan zəngin köçürüləcəyi ən yaxşı xananı seçir.

MS tədbirləri:

- xidmət edən hüceyrənin qəbul edilmiş siqnalının səviyyəsi (RXLEV_DL — Level of Received signal in DownLink);
 - Servis verən hüceyrənin qəbul etdiyi siqnalın keyfiyyət parametri (RXQUAL_DL - QUALity of Received signal in DownLink); .
- Qonşu hüceyrələrində qəbul edilən siqnalların səviyyəsi (RXLEV_NCELL(n) - (RXLEV_NCELL(n) -LEVEL of Received signal from Neighbouring CELL).

BS, öz növbəsində, nəzarət edir:

- yuxarı keçiddə qəbul edilən siqnalın səviyyəsi (RXLEV_UL -LEVEL of Received signal in UpLink);
- yuxarı keçiddə qəbul edilən siqnalın keyfiyyət parametri (RXQUAL_UL - QUALity of Received signal in UpLink);
- BS-dən MS -ə qədər olan məsafə (DISTANCE);
- sərbəst, boş kanallarda əlavə müdaxilənin səviyyəsi (GSM 900/1800 standartında əlavə müdaxilə adlanır).

MS və BS qəbuledicinin girişinə normallaşdırılmış qəbul edilmiş siqnal səviyyəsinin RMS dəyərini mənfi 110 dBm və mənfi 47dBm aralığında qiymətləndirirlər; Qiymətləndirmənin mütləq dəqiqliyi normal şəraitdə mənfi 110dBm- dən mənfi 70dBm-ə qədər ± 4 dBm-dir, və həm normal, həm də ekstremal şəraitdə bütün diapazonda ± 6 dBm-dir. Siqnal səviyyəsinin ölçülməsi əlaqənin məşğul etdiyi hər bir fiziki kanal üçün aparılır. ± 4 dBm

siqnal səviyyəsinin dəyərləri kvantlaşdırılır (64 səviyyədən biri ilə əlaqələndirilir) və cədvəl 1.1-də göstərilədiyi kimi RXLEV dəyərləri kimi kodlanır .

Cədvəl 1.1

RXLEV dəyəri	Qəbul edilmiş siqnal səviyyəsi, dBm
0	Daha az – AMMA
1	-110...-109
2	-109...-108
...	...
62	-49...-48
63	-48- dən yuxarı

Qəbul edilən siqnalın keyfiyyəti kanalın dekodlanmasından əvvəl səhv dərəcəsinin (Bit Error Rate, BER) orta dəyəri əsasında qiymətləndirilir. Orta BER dəyərləri kvantlaşdırılır (səkkiz səviyyədən biri ilə əlaqələndirilir) və RXQUAL parametrinin dəyərləri kimi kodlanır (cədvəl 1.2). Bu parametrin daha böyük dəyəri ən pis keyfiyyətə uyğundur.

Cədvəl 1.2

RXQUAL dəyəri	BER dəyəri , %	Qəbul edilmiş BER dəyəri, %
0	0,2 -dən az	0.14
1	0,2-0,4	0,28
2	0,4 - 0,8	0,57
3	0,8-1,6	1.13
4	1.6-3.2	2.26
5	3.2-6.4	4.53
6	6.4-12.8	9.05
7	12.8- dən	18.1

Birinci fəsil üzrə nəticələr.

Mobilliyə ehtiyac hər gün artır və bu gün mobil səsli rabitə kimi tanış fenomenlə yanaşı, haradan asılı olmayaraq, internetə sürətli və keyfiyyətli çıxış əldə etməyə ehtiyac var. Nəzəri olaraq, mobil 3G İnternet istifadəçilərə layiqli xidmət keyfiyyəti, yaxşı giriş sürəti təqdim edə bilər və onların hərəkətliliyini məhdudlaşdırmır.

təhvil-təslim ən vacib radio resurslarının idarə edilməsi prosedurlarından biri kimi nəzərdən keçiriləcək , bu prosedur göstərilən xidmətlərin keyfiyyətinə birbaşa təsir göstərir.

təhvil-təslimlərin ətraflı nəzərdən keçirilməsinə keçməzdən əvvəl 2G şəbəkələrində təhvil-təslim materiallarına əsaslanaraq bir sıra nəticələr çıxaracağıq :

1. Təhvil-təslim vəzifəsi mobil şəbəkə abonentlərinin zəng etdikdə onların mobilliyini təmin etməkdir.
2. Təhvil-təslim, zəng şərtləri pisləşərsə, zəngi bir hüceyrədən digər hüceyrəyə ötürməklə yaxşı zəng keyfiyyətini saxlamağa kömək edir.
3. Təhvil-təslim qərarı mobil və baza stansiyalarından alınan ölçmələr əsasında baza stansiyasının nəzarətçisi və ya mobil kommutasiya mərkəzi tərəfindən qəbul edilir.
4. Mobil və baza stansiyalarının ölçmə nəticələri baza stansiyasının nəzarətçisində ilkin statistik emala məruz qalır.
5. Təhvil-təslimdən əvvəl mobil stansiyanın adaptiv güc nəzarəti həyata keçirilir. MS adaptiv güc nəzarətinin məqsədi rabitə keyfiyyətini məqbul səviyyədə saxlamaqla mobil və baza stansiyalarının enerji istehlakını minimuma endirməkdir. Rabitə keyfiyyətinin pisləşməsinə adaptiv tənzimləmə ilə aradan qaldırmaq mümkün olmadıqda, təhvil verilir .
6. Varsayılan olaraq təyin edilmiş parametrlərin ilkin dəyərləri mobil şəbəkənin işləməsinin xüsusi şərtlərinə uyğun olmaya bilər. Tədqiqat üçün maraq təhvil parametrlərinin rabitə keyfiyyətinə təsirinin öyrənilməsi, habelə təhvil parametrlərinin optimal qiymətlərinin hesablanmasıdır .

FƏSİL II.

WCDMA MOBİL ŞƏBƏKƏLƏRİNDƏ HANDOVER PROSESİ.

2.1. WCDMA mobil şəbəkələrində Handover növləri

Hər hansı bir mobil telekommunikasiya sistemlərinin əsas aspektlərindən biri bir hüceyrədən və ya sektordan digərinə ötürülməsidir. 3G UMTS daxilində təhvil-təslimin bir neçə forması var, o cümlədən sərt təhvil, yumşaq təhvil, daha yumşaq təhvil adlanan təhvil və bir radio giriş texnologiyasından digərinə ötürülmə inter-RAT ötürülməsi. Bütün bu təhvil-təslimlərin problemsiz işləməsi vacibdir, çünki hər hansı bir problem zənglərin dayandırılması ilə nəticələnəcək və bu, istifadəçinin narahatlığının əsas mənbəyidir.

UMTS təhvil-təslim meylləri Avropada istifadə olunmağa meyli terminologiyadır, halbuki UMTS ötürülməsi Şimali Amerikada daha çox istifadə olunur. UMTS daxilində UMTS təhvil-təsliminin və ya təhvil verilməsinin bir sıra müxtəlif növlərini müəyyən etmək mümkündür. Ümumi CDMA texnologiyasının yaranması ilə təhvil-təslimin daha etibarlı formalarını həyata keçirmək üçün yeni imkanlar mümkün oldu və nəticədə müxtəlif şəraitdən asılı olaraq müxtəlif təhvil-təslim formalarından biri mövcuddur.

Sırf inter W-CDMA texnologiyası üçün üç əsas təhvil-təslim növü mövcuddur:

- *Sərt təhvil:* Bu təhvil forması mahiyyətcə bir keçidin pozulduğu və digərinin qurulduğu 2G şəbəkələri üçün istifadə edilənlə eynidir.
- *Yumşaq təhvil:* Bu təhvil forması daha mərhələlidir və UE təhvil-təslim prosesi zamanı eyni vaxtda birdən çox B Node B və ya baza stansiyası ilə əlaqə saxlayır.
- *Daha yumşaq təhvil:* UMTS təhvil-təsliminin tam forması deyil, lakin UE eyni NodeB tərəfindən idarə olunan birdən çox sektorla əlaqə saxlayır.
- *UMTS inter RAT ötürülməsi:* Bu təhvil forması mobil telefonlar Radio Access Technologies arasında dəyişməli olduqda baş verir, məsələn, UMTS-dən GSM-ə və ya UMTS-dən 4G LTE-yə və s..

Fərqli təhvil-təslim növlərinin hər biri şərtlərdən asılı olaraq müxtəlif hallarda istifadə olunur. UMTS təhvil-təsliminin hər bir növü ilə bağlı əlavə təfərrüatlar aşağıdakı fərdi bölmələrdə verilmişdir.

2.2. Rejim daxili və modlar arası Handover

UTRA FDD-də rejim daxili ötürmə signalın səs-küy nisbətini ölçülməsinə əsaslanır - E_c/N_0 ümumi pilot kanaldan (CPICH) həyata keçirilir. CPICH- dən terminal tərəfindən ölçülməsi üçün müəyyən edilmiş dəyərlər aşağıdakılardır:

- Qəbul signal kodu gücü (RSCP), yayıldıqdan sonra hər kod üçün alınan güc pilot simvollarından müəyyən edilir.
- Signal gücü göstəricisi (RSSI, Received Signal Strength Indicator), kanalın bant genişliyi üzərində qəbul edilən ümumi gücdür.
- E_c/N_0 nisbəti, qəbul edilən signal kodu gücünün RSCP/RSSI kimi təyin olunan kanalın genişliyində ümumi qəbul edilmiş gücə bölünməsidir .

UTRAN-da digər dəyərlər də təhvil-təslim qərarları üçün əsas kimi istifadə edilə bilər, nəqədər ki təhvil alqoritmi ilə bağlı real qərarlar qəbul edilməmişdir, çünki onlar icra məsələsidir. Standartlaşdırma müzakirələri zamanı qeyd olunan belə parametrlərdən biri, hüceyrənin ortoqonallığı haqqında məlumat verən və gücün idarə edilməsi məqsədləri üçün ölçülən xüsusi kanalın signal-küy nisbəti (Signal to Interference Ratio, SIR) idi.

2.3. Sistemin təhvil verilməsi. UTRAN-GSM sisteminin təhvil verilməsi.

GSM-UTRAN sisteminin təhvil verilməsi

WCDMA şəbəkələrinin istifadəsinin başlanğıcında abunəçinin, o cümlədən WCDMA BS xidmət zonasını tərk edərkən xidmətinin fasiləsizliyini təmin etmək lazımdır. Sistemlərarası təhvil WCDMA- dan başqa mobil şəbəkədə təhvil-təslimi aktivləşdirmək üçün istifadə olunur. UTRA - GSM təhvil-təslimi üçün mahiyyətə eyni tələblər GSM-GSM təhvil-təslim üçün tətbiq edilir. Tipik olaraq, terminal bir GSM sinxronizasiya kanalı alır (Synchronization Channel, SCH) UTRA-da sıxılmış çərçivələrin ötürülməsi zamanı FDD, digər tezliklər üçün ölçmə məlumatlarını əldə etməyə imkan verir. TDD ölçmələrinin aparılması zərurəti ilə əlaqədar olaraq, GSM 1800 sıxılmış rejim üçün xüsusi tələblərə malikdir və sıxılmış rejim yuxarı keçid üçün də müəyyən edilməlidir.

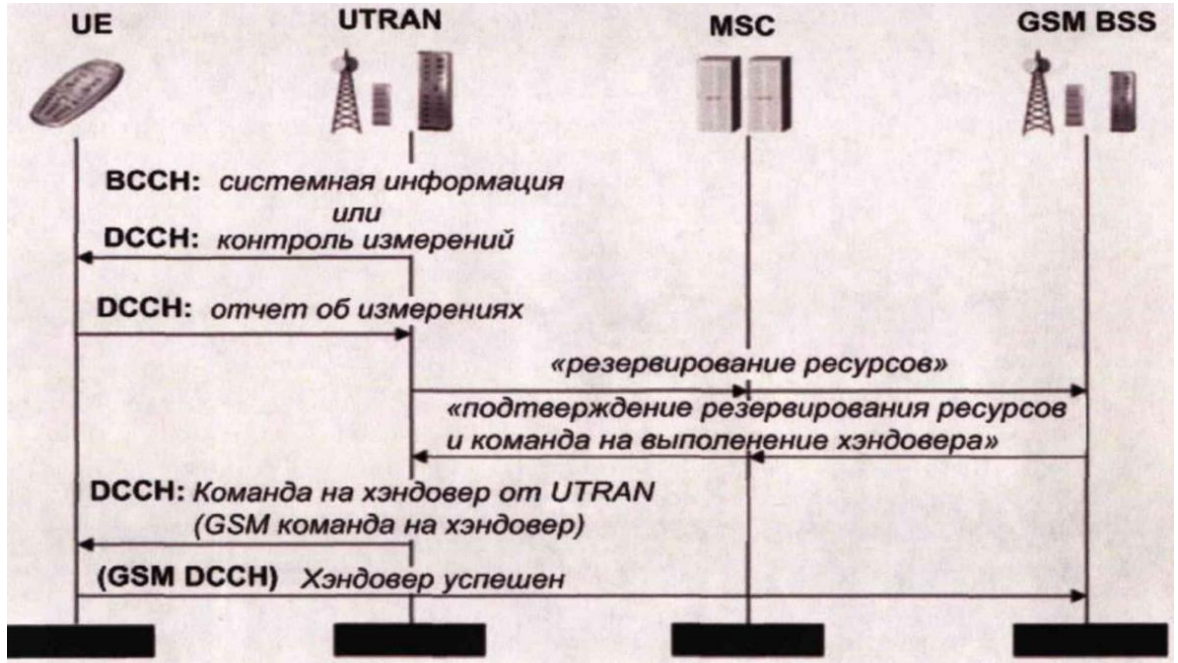
UTRA-da yuxarı keçid sıxılmış çərçivələrə həmişə ehtiyac duyulduğu hal GSM 1800-də ölçmələrlə əlaqədardır, burada GSM 1800 aşağı keçid bant genişliyinin UTRA yuxarı keçid bant genişliyinə yaxınlığı FDD 1920 MHz və daha yüksək tezliklər eyni vaxtda ötürmə və qəbul etməyə imkan vermir.

Sistemlərarası təhvil-təslim UTRAN–GSM.

UTRAN- dan digər mobil şəbəkələrə çətin ötürmə Circuit Switched (CS) vasitəsilə mümkündür keçid. Bizim vəziyyətimizdə sözügedən sistem GSM şəbəkəsidir (şək. 2.1), lakin spesifikasiyalar cdma 2000-də sərt təhvil də dəstəkləyir. Bu prosedur ayrılmış Cell_DCHs və giriş kanallarından access Cell_FACH istifadə edə bilər.

UE qonşu GSM xanasının [3] parametrlərini ya sistem məlumatlandırıcı Yayım Nəzarəti Kanalı (Broadcast Control Channel, BCCH) mesajlarından, ya da UE-nin Xüsusi Nəzarəti Kanalında (Dedicated Control Channel, DCCH) olan ölçmə nəzarəti mesajından müəyyən edir. Bu parametrlər GSM hüceyrələrinin səviyyələrini ölçmək üçün tələb olunur. GSM ölçmələri də daxil olmaqla, UE-nin ölçmə hesabatlarına əsas radio siqnalları ötürmə ilə bağlı qərarı RNC verir

Resurslar GSM baza stansiyasının alt sistemindən (Base Station Subsystem, BSS) rezerv edildikdən sonra, RNC nəzarətçisi GSM şəbəkəsi üçün təhvil-təslim əmrini ehtiva edən sistemlərarası təhvil-təslim əmr mesajı göndərir. Bu anda UE-dəki GSM radio resursuna nəzarət protokolu GSM Baza Stansiya Nəzarətçisinə (BSC) “GSM-də təhvil-təslim imkanı” mesaj göndərir. Uğurlu başa çatdıqdan sonra, GSM BSS təhvil-təslim proseduru UTRAN-dan resursun buraxılmasına başlayır ki, bu da radio bağlantısını dayandıracaq və sözügedən UE üçün bütün kontekst məlumatlarını siləcək.

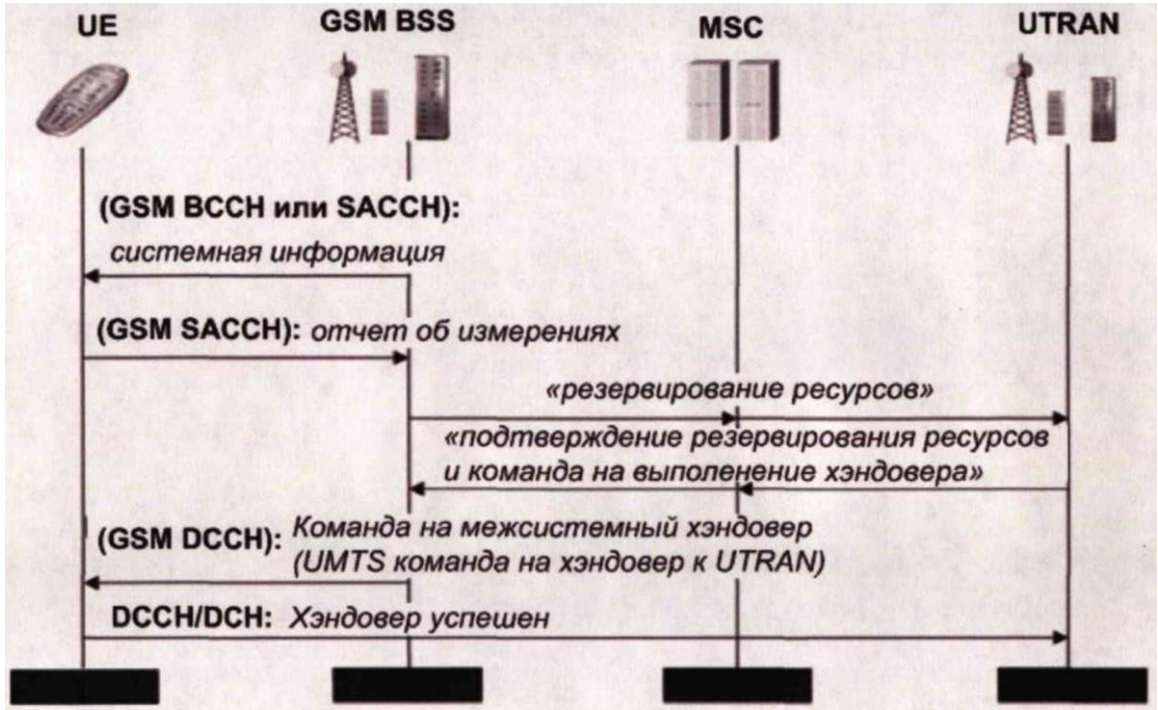


Şəkil 2.1. UTRAN-dan GSM-ə sistemlərarası təhvil-təslim proseduru.

Sistemlərarası təhvil-təslim GSM–UTRAN.

GSM şəbəkəsindən təhvil-təslim prosesini verilməsini nəzərdən keçirək (şəkil 2.2).

İkili rejimdə işləyən UE ya BCCH yayım kanalında, ya da kiçik sürətli İdarəetmə Kanalında (SACCH) ötürülən "GSM Sistem Məlumatı" mesajında UTRAN qonşu hüceyrə parametrlərini alır. UTRA FDD hüceyrələrini ölçmək üçün tələb olunan parametrlərə aşağı əlaqə mərkəzi tezliyi və ya nominal UTRA radio tezliyində kanal nömrəsi (UTRA Absolute Radio Frequency Channel Number, UARFCN), aşağı keçid bant genişliyi, aşağı keçid şifrələmə kodu və ya CPICH (Əsas Ümumi Pilot Kanalı) üçün bir qrup şifrələmə kodu və UTRA xanası üçün vaxt fərqi (cari GSM xanası ilə ölçüləcək UMTS xanası arasındakı vaxt) daxildir.



Şəkil 2.2. MSG-nin GSM-dən UTRAN-a təhvil verilməsi proseduru.

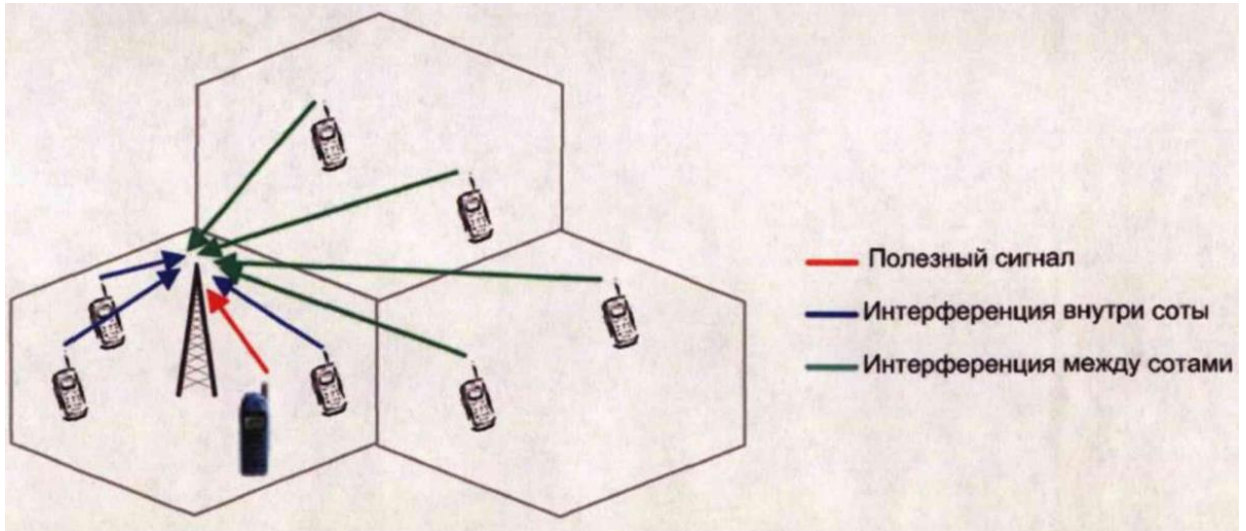
UTRA ölçmələri də daxil olmaqla GSM-dən mobil stansiya ölçmə mesajı aldıqdan və təhvil-təslim qərarı qəbul etdikdən sonra GSM-in BSC-si UTRAN-ın RNC-sisindən resurs rezervasiyasına başlayır. Növbəti mərhələdə GSM-nin BSC-si UTRA xanası ilə əlaqə yaratmaq üçün UMTS "UTRAN-a təhvil-təslim əmri" mesajı daxil olmaqla, lazım olan bütün məlumatları GSM-in sistemlərarası təhvil-təsliminə göndərir. GSM təhvil-təslim mesajı (sistemlərarası təhvil əmri) məlumat keçidi səviyyəsində 23 oktetlik protocol vahidinin (Protocol Data Unit, PDU) birinə uyğun olmalıdır. UTRAN təhvil-təslim əmrinə daxil edilə bilən məlumatların miqdarı böyük olduğundan, əvvəlcədən konfigurasiya mexanizmi işə salınır. İlk konfigurasiya mesajı yalnız əvvəlcədən təyin edilmiş UTRA parametrləri dəsti üçün məlumatların daxil edilməsini nəzərdə tutur. UE RNC-də "UTRAN-a təhvil tamamlandı" mesajı ilə proseduru dayandırır. Təhvil-təslim proseduru uğurla başa çatdıqdan sonra RNC GSM-in BSS-indən resursları azad etməyə başlayır.

2.4. DL-də interferensiyanın təhlili.

CDMA şəbəkələrinin effektivliyi məhdudlaşdırıcı amil kimi müdaxilə mühitindən asılıdır və müdaxilənin hesablanması bu şəbəkələrin təhlili üçün fundamental

prosedurdur. Müdaxilə iki növə bölünə bilər: hüceyrədaxili müdaxilə {intra-cell} və hüceyrələrarası müdaxilə {inter-cell}.

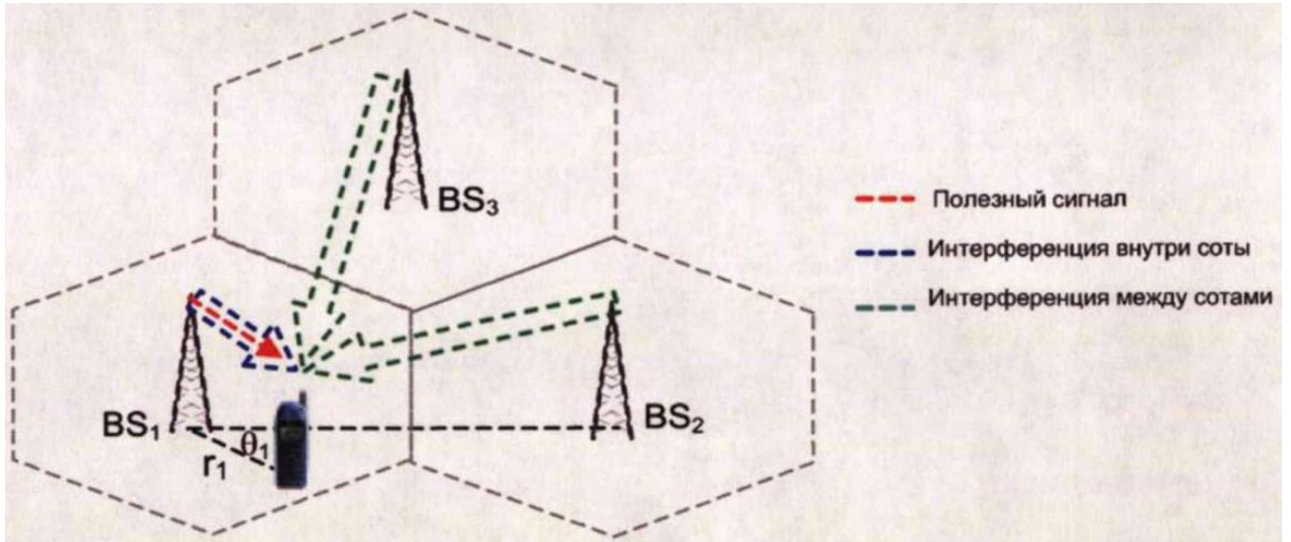
UL-də hüceyrədaxili müdaxilə həmin hüceyrədə mövcud olan UE-lərə xidmət edən BS-da baş verir. Hüceyrələrarası müdaxilə, xidmət edən BS başqa bir BS-nin xidmət sahəsindəki UE-lərdən siqnallar aldığıda baş verir (Şəkil 2.3). Bundan əlavə, müəyyən bir UE tərəfindən yaradılan müdaxilə şəbəkə daxilində yükün paylanmasından asılıdır və UE-nin özünün yerləşdiyi yerdən asılı deyil.



Şəkil 2.3. UL-də müdaxilə.

DL-də (şəkil 2.4) xana daxilində müdaxilə, çoxşüalığ nəticəsində digər abunəçilərin siqnalları ilə ortoqonallığın itirilməsi nəticəsində yaranır. WCDMA abunəçiləri ayırmaq üçün DL-də ortoqonal kodlardan istifadə edir, çoxşüalığ olmadıqda, ortoqonallıq qorunur, yəni DL-də hüceyrədaxili müdaxilə baş vermir. Ortoqonallıq əmsalının adi dəyərləri 0,4-0,9 [6] təşkil edir (1 ideal ortoqonallığa uyğundur). Hüceyrədaxili müdaxilə əslində hüceyrədəki qalan istifadəçilərə təyin edilmiş DL-də CCCH enerjisinin və trafik kanalı enerjisinin bir hissəsindən ibarətdir. Hüceyrələr arasında müdaxilənin səbəbi UE-ın həmin UE üçün xidmət etməyən baza stansiyalarından aldığı enerjidir.

WCDMA FDD şəbəkələrindəki baza stansiyaları sinxronlaşdırılmadığından, hüceyrədaxili müdaxilələr kimi hüceyrələrarası müdaxilə üçün heç bir ortoqonallıq qazancı alınmır.



Şəkil 2.4. DL-də müdaxilə.

UL-dəki müdaxilədən fərqli olaraq, DL-də müdaxilə mənbəyi sabit BS-lərdir, buna görə də UE-in yeri böyük əhəmiyyət kəsb edir.

İkinci fəsil üzrə nəticələr

Üçüncü nəsillə UMTS-in Avropa standartının mövcud GSM şəbəkələrinin bazasında yerləşdirilməsinə baxmayaraq, 3-cü və 2-ci nəsillə şəbəkələrində təhvil-təslim həyata keçirmə prinsipləri bir-birindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir. 3G şəbəkələrində əsas etibarilə yeni təhvil-təslim növləri və müvafiq təsnifat yaranıb:

- WCDMA daxili təhvil yumşaq, ən yumşaq və ya sərt ola bilər. Sərt daxili təhvil, öz növbəsində, tezlikdaxili və ya tezliklər arası ola bilər.
- İntermod təhvil - təhvil müxtəlif UTRA FDD - UTRA TDD rejimlərində işləyən şəbəkələr arasında həyata keçirilir.
- Sistemlərarası təhvil - digər mobil rabitə sistemləri ilə təhvil.

Ənənəvi sərt təhvil ilə müqayisədə yumşaq təhvil bir sıra aşkar üstünlüklərə malikdir, məsələn:

- abunəçi məlumatlarının ötürülməsində fasilələrin olmaması;
- ümumi siqnal yükünün azalmasına səbəb olan "pinq-ponq" effektinin istisna edilməsi;
- təhvil-təslim zamanı qurulmuş əlaqənin pozulması ehtimalının azaldılması ;
- təhvil-təslim zamanı məlumatların ötürülməsində solğunluğun və bloklanmanın azaldılması .

Ancaq üstünlüklərə əlavə olaraq, mənfi cəhətlər də var:

- təhvil-təslim sərtədən daha mürəkkəbdir, icra mexanizmi;
- DL-də əlavə şəbəkə (kod və enerji) resurslarından istifadə ehtiyacı.

FƏSİL III.

SİSTEM SƏVIYYƏSİNİN EFFEKTİVLİYİNİN TƏHLİLİ.

Sistem səviyyəsində yumşaq ötürmənin effektivliyini təhlil etmək üçün əsas olaraq, yumşaq ötürmə ilə əldə edilən aşağı axın istiqamətində tutum artımını götürəcəyik. Bunun üçün təklif olunan şəbəkə modelini və bir sıra fərziyyələri nəzərə alaraq işimizə tətbiq olunan yumşaq təhvil qazancının hesablanması metodunu müəyyən etmək lazımdır.

Aydındır ki, WCDMA mobil şəbəkəsi kimi mürəkkəb sistemlərdə aşağı axın tutumu diqqətli nəzərə alınması tələb edən bir çox amillərdən təsirlənir. Tutumdakı istənilən dəyişiklik yumşaq ötürmə qazancında əks olunur. Ayrı bir təhlil aparmaq və müxtəlif şəbəkə parametrləri üzrə yumşaq ötürmə zamanı aşağı axın tutumunun artımından asılılıqları müəyyən etmək lazımdır.

3.1. DL-də yumşaq Handoverin üstün cəhədləri.

Yumşaq ötürmənin (SHO) sistem səviyyəsinə təsiri müxtəlif növ göstəricilərlə ifadə edilə bilər:

1. QoS: əlaqə çatışmazlığı ehtimalı, zənglərin bloklanması ehtimalı, təhvil xətası sıxlığı;
2. Şəbəkənin optimallaşdırılması: verilmiş QoS dəyərində tutum və əhatə dairəsini artırın.

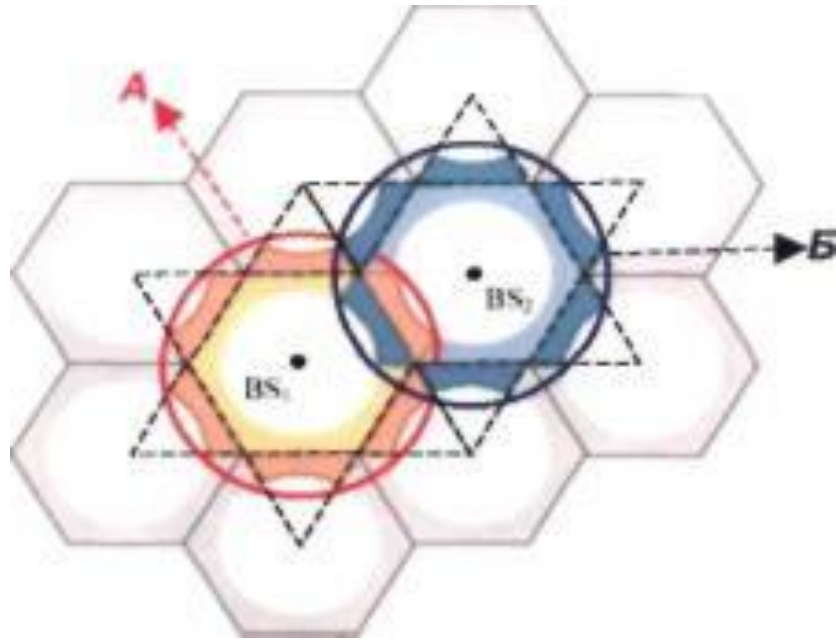
Bu işdə asimmetrik trafikə ötürülməsinə artan tələbləri nəzərə alaraq, yumşaq ötürmənin DL-də tutuma təsiri təhlil edilir. SHO-da aşağı axın istiqamətində tutumda əldə edilən qazancı yumşaq təhvil qazancı adlandırırıq.

CDMA şəbəkələri müdaxilə ilə məhdudlaşan şəbəkələrdir. CDMA sistemləri ilə FDMA/TDMA sistemləri arasındakı əsas fərqlərdən biri CDMA-nın yumşaq təhvidir. Abunəçilərin sayı və ya hüceyrədə xidmət edilən cihazların sayı sistem səviyyəsində müdaxilə səviyyəsi ilə sıx bağlıdır. Bu yazıda sistem səviyyəsindəki məhdudluğu əks etdirən ümumi ötürmə qabiliyyəti təxmin edilir.

Yumşaq təhvil vermədən və yumşaq təhvil tətbiq etməklə tutumu müqayisə edərək, yumşaq təhvilin nisbi qazancını hesablamaq olar. Aşağıdakı bölmə yumşaq təhvil qazancını təhlil etmək üçün bir üsul təqdim edir. Gələcək təhlillərin əksəriyyəti bu metoda əsaslanacaq.

3.1.1. Yumşaq təhvil qalibiyyəti.

Şəkil 3.1-də ideal altıbucaqlı topologiyaya malik WCDMA şəbəkəsinin bir hissəsini göstərir .



Şəkil 3.1 . Yumşaq təhvil zonası və effektiv hüceyrə əhatəsi.

Hüceyrələrin kölgəsiz hissəsi yumşaq təhvil mümkün olmayan sahədir; kölgəli hissə yumşaq təhvil zonasıdır. Kölgəli ərazidə xidmət göstərən bütün UE-lər eyni vaxtda iki (iki istiqamətli təhvil-təslim) və ya daha çox baza stansiyasına qoşulur. Yumşaq təhvil vermək üçün UE aktiv dəstdən olan iki BS-nın xidmət zonasında olmalıdır. BS₁ (hüceyrə 1) və BS₂ (hüceyrə 2) əhatə dairələri Şəkil 3.1-də, qırmızı (A) və mavi (B) dairələrlə göstərilmişdir. Aşağıdakı təyinatlardan istifadə etmək adətdir: S- yumşaq təhvil-təslim mümkün olmayan zona; S'-yumşaq təhvil zonası.

Aktiv istifadəçilərin şəbəkə daxilində bərabər paylandığını fərz etsək, tutumu mərhələlərlə müəyyən etmək olar:

A. Yumşaq təhvil-təslim sahəsindən kənarında

Yumşaq təhvil zonasından kənarında olan abunəçilər üçün, məsələn abunəçi 1 (ab.1) (şəkil 3.2) və yalnız bir BS₁-lə qoşulduqda, DL-də ayrılmış kanalın şüalanma gücü, P_{S1} aşağıdakı düsturla hesablanabilir:

$$\frac{E_b}{I_0} = PG_{(a\delta 1)} \cdot \frac{P_{S1} L_1}{I_{total}} \Rightarrow P_{S1},$$

3.1

burada E_b/I_0 abunəçinin qəbul etdiyi bitlərin enerjisinin müdaxilənin spektral sıxlığına nisbətidir;

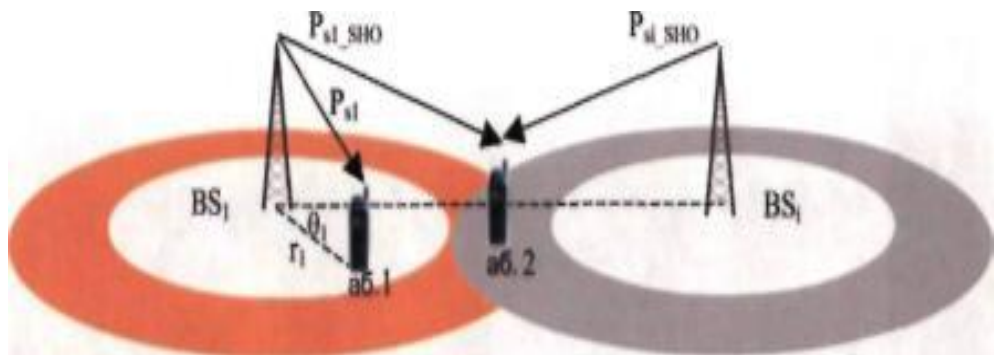
$PG_{(a\delta 1)}$ - abunəçi 1-in siqnal baxasıdır;

L_1 - BS₁-dən abunəçiyə qədər siqnalın yayılması zamanı zəifləmə;

I_{total} - ümumi güc (öz siqnalı istisna olmaqla);

L_1 və I_{total} abunəçinin yerindən asılıdır.

E_b/I_0 -ın istinad dəyəri istifadəçi tərəfindən tələb olunan xidmətin növündən asılıdır.



Şəkil 3.2. Hüceyrə düzümü.

B. Yumşaq təhvil-təslim sahəsinin daxilində.

Tutaq ki, siqnalların optimal cəmlənməsi abunəçi tərəfində tətbiq edilir. Buna görə də, yumşaq təhvil zonasının daxilində yerləşən abunəçi üçün qəbul E_b/I_0 aktiv dəstdəki bütün baza stansiyalarından E_b/I_0 -ın cəmidir . İki istiqamətdə yumşaq təhvil-təslim halını və BS_I -yumşaq təhvil prosesində iştirak edən ikinci baza stansiyası olduğunu fərz etsək (şəkil 3.2) bizdə alınır: abunəçi 2 (ab.2) E_b/I_0 :

$$\frac{E_b}{I_0} = \left(\frac{E_b}{I_0} \right)_1 + \left(\frac{E_b}{I_0} \right)_i = PG_{(a\delta 2)} \cdot \left[\frac{P_{SI_SHO} L_1}{I_{total1}} + \frac{P_{Si_SHO} L_i}{I_{totali}} \right] \Rightarrow P_{SI_SHO} , \quad 3.2$$

burada P_{SI_SHO} və P_{Si_SHO} ab.2 üçün BS_I -i və müvafiq olaraq BS_i -i şüalanmış gücünü təmsil edir. P_{SI_SHO} və P_{Si_SHO} arasında əlaqə yumşaq təhvil-təslim prosesində tətbiq olunan güc bölgüsü sxemindən asılıdır. P_{Si_SHO} -nu P_{SI_SHO} funksiyası kimi təqdim etməklə P_{SI_SHO} alırıq (3.2). Qeyd etmək lazımdır ki, I_{total1} və I_{totali} eyni deyillər.

3.1.2 . Yumşaq təhvil uduşlarına müxtəlif amillərin təsiri

Əvvəlki bölmədə yumşaq təhvil qazancının hesablanması metodu təsvir edilmişdir. Cədvəl 3.1 yumşaq təhvil uduşlarına təsir edə biləcək müxtəlif amilləri göstərir . Bu cədvəldə qəbul edilmiş təyinatlar:

"BƏLİ" - təsir baş verir;

"YOX" - heç bir təsiri yoxdur.

Assosiasiya cədvəli

	база сигнала и опорное E_b/I_0	P_{SI}	P_{SI_SHO}	S и S'	отношение между P_{SI_SHO} и P_{SI_SHO}	N
схема выбора сот	НЕТ	ДА	ДА	ДА	НЕТ	ДА
алгоритм SHO	НЕТ	НЕТ	НЕТ	ДА	НЕТ	ДА
служебный поток данных SHO	НЕТ	НЕТ	НЕТ	ДА	НЕТ	ДА
управление мощностью в DL	НЕТ	ДА	ДА	НЕТ	НЕТ	ДА
схема деления мощности	НЕТ	НЕТ	ДА	НЕТ	ДА	ДА
тип сервиса	ДА	ДА	ДА	НЕТ	НЕТ	ДА

Yumşaq təhvil uduş dəyərinin asılı olduğu amillər:

- ✓ Hüceyrə seçim sxemi ilk olaraq hansı baza stansiyasının təyin olunduğunu müəyyən edir. Müxtəlif qərarlar DL-də kanallar üçün güc səviyyəsinə təsir göstərir . Bu həmçinin S və S' -ə də yumşaq təhvil qərarında və onun ləğvi şərtlərindəki fərqə görə təsir edir.
- ✓ SHO alqoritmləri və yerüstü məlumat həcmələri müxtəlif zona ölçüləri S və S' -ə səbəb olur .
- ✓ Fərqli güc nəzarət alqoritmləri P_{SI} və P_{SI_SHO} -nun fərqliliyinə səbəb olur.
- ✓ P_{SI} və P_{SI_SHO} arasında fərqli nisbətlərə səbəb olur.
- ✓ Müxtəlif xidmətlər siqnal bazasına və E_b/I_0 istinad nisbətində təsir göstərir.

3.2 . Hüceyrə seçimi/yenidən seçmə sxemi

Hüceyrə seçimi və yenidən seçmə mobil şəbəkələrin əsas funksionallığıdır. Hüceyrə seçimi proseduru UE əlaqəsi üçün hüceyrələrin seçilməsi üçündür : hüceyrə seçimi qərarı DL-də ümumi pilot kanalının (CPICH) E_b/I_0 səviyyəsinin təhlili əsasında qəbul edilir. Hüceyrələrin yenidən seçilməsi proseduru UE-ı kifayət qədər yaxşı performansla malik hüceyrələrə keçirərək tələb olunan QoS-i saxlamaq üçün nəzərdə

tutulmuşdur. Qonşu hüceyrələrin monitorinqi nəticəsində əldə edilən məlumatlara əsasən, xidmət göstərən BS-dan gələn siqnalların keyfiyyəti pisləşdikdə və ya şəbəkədəki yükü tarazlaşdırmaq üçün UE başqa baza stansiyasına keçə bilər. Hüceyrələrin yenidən seçilməsi prosesində təhvil-təslim proseduru əsasdır .

CDMA şəbəkələri - müdaxilədən asılı (məhdud) şəbəkələrdir. Bu şəbəkələrdə hüceyrə seçimi/yenidən seçmə, eləcə də təhvil-təslim yalnız zəmanətli QoS-i saxlaya bilməz , həm də bütün sistemə fayda verə bilər . Ən yaxşı səviyyələrlə BS-a keçid ümumi müdaxilə səviyyəsini azaldır. Əvvəlki işlərin əksəriyyətində hüceyrə seçimi/yenidən seçmə və təhvil ayrılıqda tədqiq edilmişdir. Hüceyrə seçimi əsasən iyerarxik hüceyrə quruluşuna malik şəbəkələrdə təhlil edilmişdir [8,9] və yumşaq ötürmənin əksər təhlilləri obyektin çıxarılmasına əsaslanan proseslərdə ilkin hüceyrə seçim sxemlərini nəzərdən keçirmək üçün sadələşdirilmişdir [4,10] . Bu yazıda DL -də yumşaq ötürmə qazancı üç müxtəlif hüceyrə seçim sxemi baxımından araşdırılır: obyektin çıxarılmasına əsaslanan seçim, ideal seçim və normal seçim.

3.2.1 . Müxtəlif hüceyrə seçim sxemlərinin əsas prinsipləri.

Fərz edək ki, UE hüceyrə sərhədinə yaxındır (şəkil 3.3). E_{ph} E_{pb} E_{p3} və E_p UE-ın ətrafında yerləşən dörd BS_1 , BS_2 , BS_3 BS^* baza stansiyalarından qəbul edilmiş E_b/I_0 dəyərini təmsil edir. DL-dəki bütün pilot kanallara eyni güc dəyərləri verildiyini fərz etsək , E_{pi} düsturla hesablanı bilər:

$$E_{pi} = \frac{P_{pilot} r_i^{-\alpha} 10^{\zeta_i/10}}{P_{Ti} (1-a) r_i^{-\alpha} 10^{\zeta_i/10} + \sum P_{Tj} r_j^{-\alpha} 10^{\zeta_j/10}} ,$$

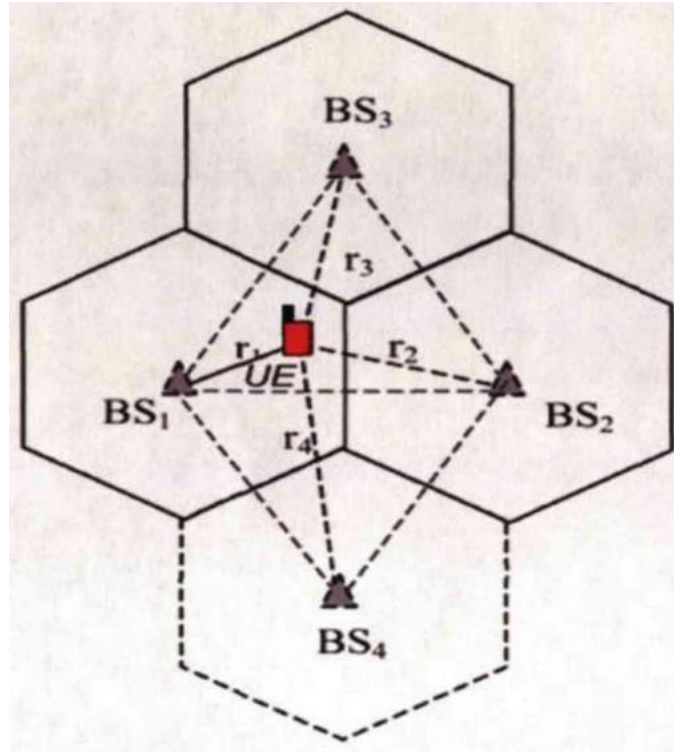
3.3

burada P_{Ti} BS_1 -in ümumi radiasiya gücüdür;

P_{pilot} - DL -də pilot kanalın ötürülən gücü ;

a - DL-də ortoqonallıq faktorudur ;

j – BS-i əhatə edən BS indeksidir .



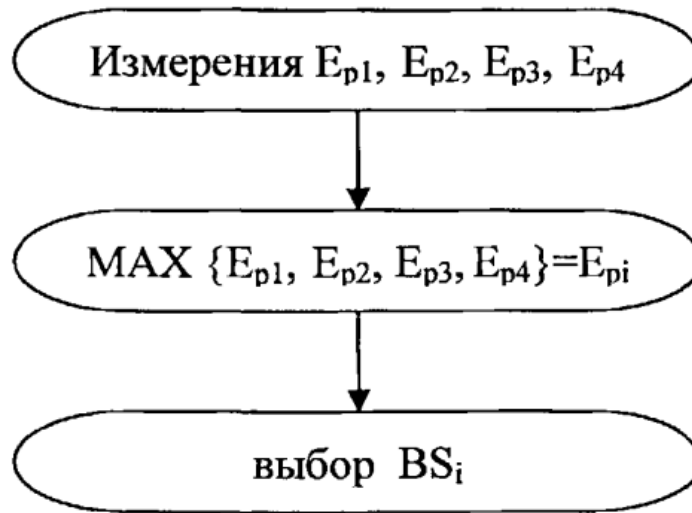
Şəkil 3.3 . Hüceyrə seçimi prosesi üçün şəbəkə topologiyası.

A. Obyektin çıxarılmasına əsaslanan hüceyrə seçimi

Obyekt məsafəsinə görə xanaları seçərkən UE həmişə ən yaxını BS-i seçir. Şəkil 3.3-də göstərilən vəziyyətdə, UE və BS₁ arasında DL -də xüsusi kanal yaradılacaq .

B. İdeal Hüceyrə Seçimi

İdeal seçimlə UE həmişə ən yaxşı hüceyrəni, yəni ən yaxşı qəbul edilən hüceyrəni E_c/I_0 seçir. Kölgələnmə halında, ən yaxın stansiyadan alınan E_c/I_0 uzaq BS-lərdən daha pis ola bilər. Şəkil 3.4-də ideal hüceyrə seçim algoritmini göstərir.



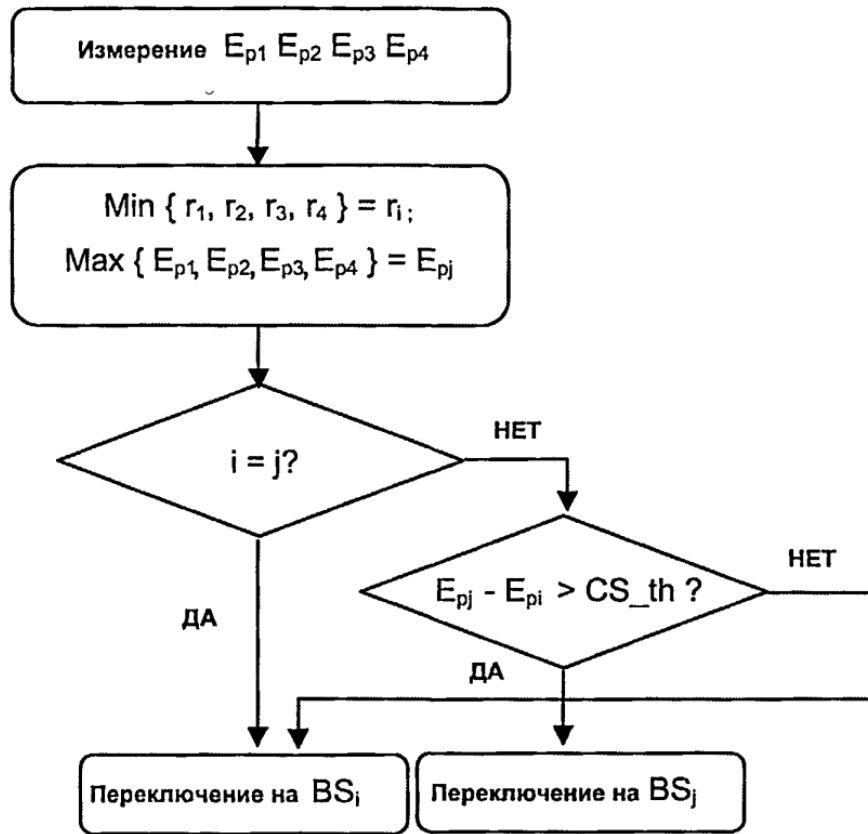
Şəkil 3.4 . İdeal hüceyrə seçiminin blok diaqramı

B. Normal hüceyrə seçimi

Əgər UE-lər həmişə xidmət etmək üçün ən yaxşı BS-ləri seçə bilsələr , o zaman müdaxilə səviyyəsi minimuma enərdi. Bununla belə, real vəziyyətdə, hərəkətlər, ən yaxşı hüceyrənin seçilməsində gecikmələr və ya radio kanallarının dinamik olaraq dəyişən xüsusiyyətləri səbəbindən UE-lər həmişə ən yaxşı BS-na qoşulmaya bilər . Bu işdə biz *CS_th* (*Cell Select threshold*) parametrindən istifadə edəcəyik. Əsas prinsip: UE həmişə ən yaxşı E_c/I_0 və ən yaxın BS dəyərləri arasındakı fərq *CS_th* həddi aşdığı hallar istisna olmaqla ən yaxın stansiyanı seçir. Program təminatı alqoritmi aşağıdakı kimi təqdim edilə bilər:

если $(E_{p_лучшая} - E_{p_ближайшая} > CS_th)$
переключение на $BS_{лучшая}$
в противном случае
переключение на $BS_{ближайшая}$
конец

Şəkil 3.5-də normal hüceyrə seçim alqoritmini göstərir. *CS_th* həddi sıfır olduqda, hüceyrə seçim sxemi ideal olur.



Şəkil 3.5 . Normal hüceyrə seçmə algoritmi

3.2.2 . Müxtəlif hüceyrə seçmə sxemlərinin SHO qazanmasına təsiri

BS-ların seçimi müəyyən QoS istinad dəyərinə malik UE-lərə səlahiyyətlərin təyin edilməsinə təsir göstərir. Bu, öz növbəsində, Ps_i və Ps_{i_SHO} dəyərlərinə təsir göstərir, S və S' zonaları da hüceyrələrin seçimindən asılıdır, çünki yumşaq təhvil algoritminin işə salınması və dayandırılması şərtləri fərqlidir. İlk xidmət göstərən baza stansiyasının seçimi sonradan yumşaq təhvil-təslim qərarına təsir göstərə bilər .

3.3. DL-də gücün idarə edilməsi.

CDMA şəbəkələrində radio resurslarının idarə edilməsində əsas funksiyalardan biri gücün idarəedilməsidir (Power Control). UL-də gücün idarəedilməsi yaxın-uzaq sahə təsirindən qaçmağa kömək edir; DL-də gücün nəzarəti ilk növbədə hüceyrələrarası müdaxilənin azalmasına kömək edir. Əvvəllər belə hesab edilirdi ki, DL-də gücün

idarəedilməsi UL-dəki qədər vacib deyil və yumşaq təhvil ilə bağlı bəzi əvvəlki işlərdə DL-də gücün idarəetmə funksiyasına məhəl qoyulmur [4,5].

Hüceyrə sərhədlərinə yaxın UE-lar üçün hüceyrələrarası (inter-cell) müdaxilə hüceyrədaxili (intra-cell) müdaxiləni xeyli üstələyir. Bu, xüsusilə yaxşı olduqda (görünür). DL-də müxtəlif kanallar arasında ortoqonallıq qorunur. Belə nəticəyə gəlmək olar ki, gücün idarəedilməsi proseduru ilə yumşaq təhvil qazanc arasında əlaqə var. Məqalə bu nəticənin etibarlılığını yoxlayır və üç fərqli gücün idarəedilməsi proseduru üçün yumşaq təhvil qazancını müqayisə edir.

Üç fərqli gücün idarəedilməsi proseduru altında güc təyinatı.

Üç fərqli gücün idarəedilməsi proseduru altında tutumların təyin edilməsini nəzərdən keçirin:

1. Güc gücün idarəedilməsi olmadan

DL-də bütün trafik kanalları üçün gücün idarəedilməsi yoxdur eyni səlahiyyətlər verilir:

$$P_{S1} = P_{S1_SHO} = \frac{P_{T1} \cdot \gamma}{N(1+x)} , \quad 3.4$$

burada x yumşaq təhvil üçün xidmət məlumat axınıdır ;

N -xanadakı aktiv istifadəçilərin sayıdır;

$N(1+x)$ DL-də ayrılmış kanalların ümumi sayıdır ;

γ – trafik üçün nəzərdə tutulmuş BS-nin ümumi şüalanma gücünün nisbətidir .

2. Mükəmməl gücün idarəedilməsi

DL-də ideal gücün idarəedilməsi bütün UE-lərin qəbul edilən E_b/I_0 daimi olaraq istinad dəyərinə bərabər olduqda mümkündür. Buna görə də, DL-də ayrılmış kanalların radiasiya şüalanma gücü kanalın keyfiyyət düsturundan ifadə edilə bilər. Yumşaq təhvil sahəsindən kənarında (r_l, θ_l) yerləşən abunəçi üçün, istilik səs-küyü istisna olunmaqla, alınan bit enerjisinin müdaxilə spektral sıxlığına nisbəti (nisbət E_b/I_0) düsturla hesablanıla bilər:

$$\frac{E_b}{I_0} = \frac{W}{\nu R} \frac{P_{S1} r_1^{-\alpha} 10^{\zeta_1/10}}{P_{T1}(1-a)r_1^{-\alpha} 10^{\zeta_1/10} + \sum_{j=2}^M P_{Tj} r_j^{-\alpha} 10^{\zeta_j/10}} , \quad 3.4$$

burada W siqnalın ötürülmə sürətidir;

R - xidmət məlumatının ötürülmə sürəti;

ν - fəaliyyət əmsalı;

R_T - bütün BS-ların ümumi şüalanma gücü;

r_i və r_j müvafiq olaraq UE-dən BS_i və BS_j -ə qədər olan məsafədir ;

α - yayılma yolunun itkisi indeksidir;

ξ , - standartla dB ilə ifadə edilən kölgələmə səbəbindən zəifləmədir;

a - ortoqonallıq əmsalı;

M - hüceyrələrarası (*inter-cell*) müdaxilənin yaradılmasında iştirak edən baza stansiyalarının sayı.

3. İdeal olmayan gücün idarəedilməsi

Eksperimental olaraq təsdiq edilmişdir ki, gücün idarəetmə xətalrı lognormal paylanma ilə ixtiyari dəyişən kimi modelləşdirilə bilər siyahıya uyğun düzəliş edilməlidir dB-də gücün idarəetmə xətasını göstərən P_e dəyərini daxil etməklə, P_{S1} və P_{S1_SHO} aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$P_{S1} = P'_{S1} + P_e, \text{ dB} \quad 3.5$$

$$P_{S1_SHO} = P'_{S1_SHO} + P_{e1}, \text{ dB} \quad \text{və} \quad P_{S1_SHO} = P'_{S1_SHO} + P_{ei}, \text{ dB}, \quad 3.6$$

Burada P_e sıfır orta və dispersiyaya malik ixtiyari Gauss dəyişənidir σ_e^2 .

Standart deviasiya σ_e kənarlaşma dərəcəsini əks etdirir. Yumşaq təhvil zamanı P_{e1} və P_{ei} asılı deyillər.

Üçüncü fəsil üzrə nəticələr

DL -də müdaxilənin təhlili və yumşaq ötürmənin fərdi ötürmə kanallarına təsirinin təhlili əsasında nəticələr çıxaraq :

- müdaxiləni iki növə bölmək olar: hüceyrədaxili müdaxilə (*infra-hüceyrə*) və hüceyrələrarası müdaxilə (*hüceyrələrarası*);
- DL hüceyrədaxili _ digər abunəçilərin siqnalları ilə ortoqonallığın itirilməsi səbəbindən çox yollu müdaxilə nəticəsində yaranır ;
- DL hüceyrələrarası _ müdaxilə abunəçinin yeri ilə sıx bağlıdır;
- *xanalararası* sərhəddə yerləşən abonentlər üçün müdaxilə ümumi müdaxilənin əsas komponentidir;
- yol boyu siqnal itkisinin artması *hüceyrələrarası azalmaya uyğun gəlir* müdaxilə;
- kölgələr müdaxilənin orta səviyyəsini artırır;
- ötürmənin DL müdaxiləsinə təsiri abunəçinin yeri, radio siqnalının zəifləməsi, tətbiq olunan enerji bölgüsü strategiyası və s. kimi müxtəlif amillərdən asılıdır;
- yumşaq təhvil-təslim həm DL , həm də UL- də ayrı-ayrı birləşmələrin siqnalın zəifləmə sərhədlərini azaldır ;
- yumşaq təhvil xana kənarında yerləşən UE-lər üçün tələb olunan orta ümumi gücü azaldır ;
- xanaların küncündə yerləşən abonentlər üçün üçtərəfli təhvil-təslim zamanı baş verən orta müdaxilə ikitərəfli təhvil-təslimdən azdır;
- yumşaq təhvil-təslim sərhədlərə yaxın olan abunəçilər üçün gücün aşması və QoS deqradasiyası şansını azaldır.

ӘДӘБИҮҮАТ

1. Кривчун, А. А. Интернет-услуги и их классификация / А. А. Кривчун. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 25 (315). — С. 179-181. — URL: <https://moluch.ru/archive/315/71757/> (дата обращения: 12.05.2023).
2. Кузнецов М.А. и др. Хэндовер в сетях GSM 900/1800 /М.А. Кузнецов, Д.И. Полпуденко, М.А. Сивере. -СПб: Труды международной академии связи №1,2. 2012.
3. Knutsson J., et al. Evaluation of Admission Control Algorithms for CDMA System in a Manhattan Environment //Proceedings of 2nd CDMA International Conference, 2017. pp.414-418.
4. Lee C.C. and Steele R. Effects of soft and softer handoffs on CDMA system capacity //IEEE Transaction Vehicular Technology, Vol.47, No.3, Aug. 2008. pp.830-841.
5. Mihailescu C, Lagrange X. and Godlewski Ph. Soft handover analysis in downlink UMTS WCDMA system //IEEE International Workshop: Mobile Multimedia Communications, 2009. pp 279 -285.
6. Вишневский В.М. и др. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. / В.М. Вишневский, А.И. Ляхов, С.Л. Портной, И.В. Шахнович. - М: Техносфера, 2005 - 592с.
7. ETSI TS 125 214. Universal Mobile Telecommunications System (UMTS). Physical layer procedures (FDD), 3G TS 25.214 version 5.5.0 Release 5 141.
8. Andrisano O. et al. On the Parameters Optimization in Handover Algorithms //IEEE VTC, 2018.
9. Yeung K.L. and Nanda S. Optimal mobile-determined micromacro cell selection //Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2005. PIMRC. Sixth IEEE International Symposium on, vol. 1, 2005. pp.294-299.

10. Viterbi A. et al. Soft handoffs extends CDMA coverage and increase reverse link capacity //IEEE Journal, Vol.4, No.8, 2004. pp.1281-1288.
11. Bannister J. Et al. Convergence Technologies for 3G Networks IP, UMTS, EGPRS and ATM / J. Bannister, P. Mather and S. Coope. -UK: John Wiley & Sons, 2014. - 674p.
12. Brand A., Aghvami H. Multiple Access Protocols for Mobile Communications GPRS, UMTS and Beyond. -UK: John Wiley & Sons, 2022. - 478p.
13. Castro J. P. The UMTS Network and Radio Access Technology: Air Interface Techniques for Future Mobile Systems. -UK: John Wiley & Sons, 2011.
14. Chang J.W. and Sung D.K. Adaptive channel reservation scheme for soft handoff in DS-CDMA cellular systems //Vehicular Technology, IEEE Transactions on, Vol.50, Issue.2, March 2021. pp. 341-353.
15. Chen X. H. Adaptive traffic-load shedding and its capacity gain in CDMA cellular systems //Communications, IEE Proceedings, Vol.142, Issue.3, June 2005. pp. 186-192.
16. Chen Y. Soft Handover Issues in Radio Resource Management for 3G WCDMA Networks: Submitted for the degree of Doctor of Philosophy. - London: University of London, 2013. -147p.
17. Chevallier C. et al.. WCDMA (UMTS) Deployment Handbook. Planning and optimization Aspects. /Chevallier C, Brunner C, Garavaglia A., Kevin P. Murray, Kenneth R.Baker. -England: John Wiley & Sons, 2016. p.416.
18. Chheda A. A performance comparison of the CDMA IS-95B and IS-95A soft handoff algorithms //Vehicular Technology Conference, 1999 IEEE 49th, Vol.2, 2009. pp.1407-1412.
19. Cho J. and Hong D. Statistical model of downlink interference for the performance evaluation of CDMA systems //Communications Letters, IEEE, Vol.6, Issue. 11, Nov.2022. pp.494-496.

20. Choi W. and Kim J. Y. Forward-link capacity of a DS/CDMA system with mixed multirate sources //Vehicular Technology, IEEE Transactions on, Vol.50, May 2017. pp.737-749.
21. Choi W-Y., Yeo K. and Jun C-H. Soft handoff algorithm with pilot signal thresholds adjustment in CDMA cellular systems //TENCON 99. Proceedings of the IEEE Region 10 Conference , Vol.1, 2019. pp.498-501.
22. Cuthbert L.G., Chen Y., Tokarchuk L. and Bigham J. Selection Mechanisms for Resource Provision in an Agent-based System for 3G Networks //Proceeding of the Ninth International Conference on Telecommunication Networks,, March 2016. pp.448-454.
23. Dahlman E. et al. WCDMA - The Radio Interface for Future Mobile Multimedia Communications //IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol.47, No.4,2014. pp.1105-1118.
24. Dahlman E., Gudmundson B., Nilsson M. and Skold J. UMTS/IMT2000 Based on Wideband CDMA //IEEE Communications Magazine, Sep. 2018. pp.70-80.
25. Daraiseh A.A. and Landolsi M. Optimised CDMA Forward Link Power Allocation During Soft Handoff //Proceedings of VTC'98, IEEE VTS 48th, vol.2, 2008. pp. 1548-1552.
26. Dinan E. et al. UMTS Radio Interface System Planning and Optimization /E. Dinan, A. Kurochkin, S. Kettani, Telecomm & Industrial //Bechtel Telecommunications Technical Journal, Vol.1 No.1, 2018.