

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI ALOQA,
AXBOROTLASHTIRISH VA TELEKOMMUNIKATSIYA
TEKNOLOGIYALARI DAVLAT QO`MITASI
TOSHKENT AXBOROT TEKNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
NUKUS FILIALI
KOMP`YUTER INJINIRINGI FAKUL`TETI
«TELEKOMMUNIKATSIYA INJINIRINGI» KAFEDRASI**

**«Mobil aloqa tarmoqlarida abonent kirish tarmog`i arxitekturasi»
mavzusidagi**

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Bajardi:

«5522200-telekommunikatsiya» ta`lim
yo`nalishi bitiruvchi 4 kurs talabasi

Bekbosinova Z. _____

ILMIY RAXBAR:

Qoraqalpog`iston Respublikasi
Elektromagnit moslashuv

xizmati boshlig`i

Artikov B. _____

Bitiruv malakaviy ishi kafedradan dastlabki himoyadan o`tdi.

_____ sonli bayonnomasi «_____» _____ 2014 yil

Nukus – 2014y

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI ALOQA, AXBOROTLASHTIRISH VA
TELEKOMMUNIKATSIYA TEXNOLOGIYALARI DAVLAT QO`MITASI**

TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI

NUKUS FILIALI

“Komp`yuter injiniringi” fakul`teti

“Telekommunikatsiya injiniringi”

kafedra

5522200 – Telekommunikatsiya bakalavr ta`lim yo`nalishi

“Tasdiqlayman”

Telekommunikatsiya injiniringi
kafedra mudiri

_____ K.O.Tleuov

«_____» _____ 2014 y

_____ Bekbosinova Zarafshan Utegenovna _____ talabani

(Familiyasi, ismi, otasining ismi)

Malakaviy ish mavzusi: “Mobil aloqa tarmoqlarida abonent kirish tarmog`i arxitekturasini” mavzuidagi bitiruv malakaviy ishiga oid

TOPSHIRIQ

1. TATU Nukus filialining № 122 buyrug`i bilan 2014 yil “04_” martda tasdiqlangan.

2. Malakaviy ishni topshirish muddati: 2014 yil “04” iyun`

3. Malakaviy ish uchun ma`lumotlar: Mobil aloqa tizimlariga oid adabiyotlar, internet ma`lumotlari va sohaga oid ilmiy adabiyotlar, maxsus adabiyotlar va internet saytlari asosida.

4. Hisobiy izoh qismining mazmuni (ishlab chiqilishi lozim bo`lgan savollar ro`yxati): 1. Kirish. I. LTE tarmog`i arxitekturasi va uning o`ziga xos xususiyatlari. II. LTE texnologiyasining o`ziga xos xususiyatlari. III. LTE radio tarmoqlarini loyihalashtirish. IV. Mehnatni muhofaza qilish va texnika xavfsizligi qoidalari

5. Chizmalar ro`yxati (bajarilishi shart bo`lgan chizma va grafiklar):

Bitiruv malakaviy ishida 16 rasm va 7 jadval mavjud.

6. Malakaviy ish bo`yicha maslahatchilar:

7. Bitiruv malakaviy ishi bajarilishi bo`yicha kalendar grafik

T/r	Ish bo`limlari nomi	Bajarish muddati	Rahbar (maslahatchi) imzosi
1	Ma`lumotlar to`plash, reja tuzish	26.01-15.02	
2	Kirish I. BOB. LTE tarmog`i arxitekturasi va uning o`ziga xos xususiyatlari 1.1 LTE (Long Term Evolution) tarmog`ining umumiy strukturasi 1.2 SAE (System Architecture Evolution) birlamchi tarmoq arxitekturasi 1.3 SAE (System Architecture Evolution) birlamchi tarmog`ining asosiy funktsiyalari	17.02-10.03	

	funksiyalari		
3	<p>II. BOB. LTE texnologiyasining o`ziga xos xususiyatlari</p> <p>2.1 MIMO (Multiple Input Multiple Output) ma`lumotlarning tizimli tezligini oshirish usuli va MRC maksimal munosabat yig`idisi usuli</p> <p>2.2 Chastotalarni taqsimlashning erkin foydalanish usuli SC- FDMA</p> <p>2.3 LTE ning fizik sathi va kadrning umumiy strukturasi</p> <p>2.4 Qayta uzatish MB-SFN tarqatish rejimi va yacheykalar orasidagi interferentsiyani koordinatsiyalash</p>	<p>12.03-19.03</p> <p>21.03-5.04</p>	
4	<p>III. BOB. LTE radio tarmoqlarini loyihalashtirish</p> <p>3.1 Radiotarmoqlarini loyihalashtirish jarayoni va energetik byudjet</p> <p>3.2 Tarmoq sig`imini baholash</p> <p>3.3 LTE tarmoqlarini loyihalashtirishda ajratiladigan chastota diapazonlari</p>	<p>7.04-16.04</p> <p>18.04-16.05</p>	
5	<p>Mehnatni muhofaza qilish va texnika xavfsizligi qoidalari</p> <p>Elektr va aloqa ishchi xizmatchilari uchun mehnatni muhofaza qilish va xavfsizlik texnikasi bo`yicha umumiy qoidalar va talablar</p> <p>Yong`in xavfsizligi qoidalari</p>	17.05-28.05	
6	Xulosa va takliflar	30.05-04.06	

Malakaviy ish rahbari: _____

Topshiriq olingan kun:

“ 26 “ yanvar 2014 yil

Talaba: _____

ANNOTATSIYA

Ushbu bitiruv malakaviy ishida mobil aloqa tarmoqlarida kirish tarmog`ining yangi texnologiyalaridan biri bo`lgan LTE texnologiyasi arxitekturasi va ushbu texnologiya asosida kirish tarmog`ini loyihalashtirish muammolarini o`rganib chiqilgan. Bunda asosan mobil aloqa tarmoqlaridagi zamonaviy yangi LTE texnologiyasining arxitekturasi va bu texnologiya asosida tarmoqni loyihalashtirish usullari keng yoritib berilgan. Shu bilan bir LTE texnologiyasi asosida loyihalashtiriladigan tarmoqlarning bir qator afzalliklari ham keltirilgan.

Bitiruv malakaviy ishida mehnatni muhofaza qilish va texnika xavfsizligi qoidalari ham keltirilgan.

АННОТАЦИЯ

В выпускной квалификационной работе проанализированы роль и место одного из новых технологических сетей мобильной сетевой связи технологической архитектуры LTE и на основе этой технологии изучены проблемы сетевого проектирования. А так же освещены на основе этой технологии методы сетевых технологий и технологический архитектуры LTE новой мобильной связи.

В связи с этим на основе LTE технологии приведены несколько преимуществ сетевого проектирования. Разработаны образовательные технологические карты по технологии безопасности.

SUMMARY

There was learned one of the mobile communication of the entering network new technology LTE technology architecture and in a basis of this technology the planning of entering network problems in this qualification work. The mobile communication networks modern new LTE technology architecture and in a basis of this network planning styles are widely explained in this work.

Some advantages are given LTE technology planning networks in this work. Protection of lab our and industrial safety rules are also given in this graduating qualification work.

MUNDARIJA

KIRISH	6
I. BOB LTE (Long Term Evolution) TARMOG`I ARXITeKTURASI VA UNING O`ZIGA XOS XUSUSIYaTLARI	10
1.1 LTE (Long Term Evolution) tarmog`ining umumiy strukturasi.....	10
1.2 SAE (System Architecture Evolution) birlamchi tarmoq arxitekturasi.....	14
1.3 SAE (System Architecture Evolution) birlamchi tarmog`ining asosiy funktsiyalari.....	20
II. BOB LTE (Long Term Evolution) TeXNOLOGIYaSINING O`ZIGA XOS XUSUSIYaTLARI	31
2.1 MIMO (Multiple Input Multiple Output) ma`lumotlarning tizimli tezligini oshirish usuli va MRC maksimal munosabat yig`idisi usuli.....	31
2.2 Chastotalarni taqsimlashning erkin foydalanish usuli SC- FDMA.	35
2.3 LTE ning fizik sathi va kadrning umumiy strukturasi.....	39
2.4 Qayta uzatish MB-SFN tarqatish rejimi va yacheykalar orasidagi interferentsiyani koordinatsiyalash.....	44
III. BOB LTE RADIO TARMOQLARINI LOYIHALAShTIRISH	48

3.1 Radiotarmoqlarini loyihalashtirish jarayoni va energetik byudjet.....	48
3.2 Tarmoq sig`imini baholash.....	55
3.3 LTE tarmoqlarini loyihalashtirishda ajratiladigan chastota diapazonlari.....	58
HAYoT FAOLIYATI XAVFSIZLIGI.....	61
Favqulodda holatlarda xavfsizlikni ta`minlashning tashkiliy huquqiy aspektlari.....	61
Inson organizmiga elektromagnit maydonlar va nurlanishlarning ta`siri.....	77
XULOSA.....	78
ADABIYoTLAR RO`YXATI.....	81

KIRISH

O`zbekiston Respublikasi 1991 yil 31 – avgustda o`zining buyuk tarixiy qadamini qo`ydi. O`zbekiston Respublikasi mustaqilligi to`g`risidagi qonunni qabul qildi. O`sha kundan buyon har sohada mustaqil va kerak bo`lsa etuk bo`lishi uchun dadil qadamlar tashladi.

Bunda albatta biz prezidentimiz Islom Abdug`anievich Karimovning qo`shgan buyuk hissalarini alohida ta`kidlashimiz lozim, chunki prezidentimiz har bir sohaga alohida e`tibor qaratmoqdalar.

2012 yil 21 martda O`zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-1730-sonli “Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini yanada joriy etish va rivojlantirish chora-tadbirlari” to`g`risida qarori qabul qilindi. Mazkur qarorda davlat va jamiyat qurilishi sohasida zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan keng foydalanishni ta`minlash maqsadida quyidagilar axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini yanada joriy etish va rivojlantirishning asosiy vazifalari etib belgilangan:

- davlat organlari, shuningdek yuridik va jismoniy shaxslar axborot tizimlarining bosqichma-bosqich integratsiyalashuvi asosida Milliy axborot tizimini shakllantirishni ta`minlash;

- davlat organlarining o`z funktsiyalarini bajarishda tezkorlik va sifatni oshirishga imkon beruvchi faoliyatini avtomatlashtirish axborot tizimlarini yaratish;

- davlat organlari tomonidan tadbirkorlik sub`ektlari va aholiga ko`rsatiladigan interaktiv davlat xizmatlari ro`yxatini kengaytirish va sifatini yaxshilash, tegishli axborot resurslaridan keng ko`lamda, shu jumladan, qishloq joylarda foydalanishni ta`minlash;

- axborot resurslari, texnologiyalari va tizimlarini, shu jumladan axborot xavfsizligini ta`minlash tizimlarini rivojlantirish holatini hisobga olgan holda axborot-kommunikatsiya texnologiyalari sohasida boshqarish tizimini takomillashtirish;

- Milliy axborot tizimining axborot xavfsizligini, uning axborot tizimlari va resurslari himoya qilinishini ta`minlash.

Shu jumladan aloqa va axborotlashtirish sohasiga ham tub o`zgartirishlar kiritish, sohani rivojlantirish va yangi zamonaviy texnika va texnologiyalarni sohaga jalb etish maqsadida bir qancha qonunlar qabul qildilar. Aloqa sohasining mamlakatimiz iqtisodiyotiga qo`shayotgan ulkan hissasi ushbu tinimsiz mehnatlar samarasi desak xato bo`lmaydi.

Bitiruv malakaviy ishining dolzarbligi: O`zbekiston Respublikasi aloqa tarmoqlaridagi dolzarb muammolardan biri bu kirish tarmoqlarini hozirgi kunda talab qilinayotgan xizmatlarni ko`rsata oladigan texnologiyalar bilan jihozlashdir. Bu sohada asosan ikkita katta yo`nalishda ishlar amalga oshirilmoqda. Birinchi yo`nalish simli aloqa jihozlari bilan kirish tarmoqlarini rivojlantirish bo`lsa, ikkinchi yo`nalish esa mobil aloqa tarmoqlarida 4G avlodining tarmoq qurish texnologiyasi LTE ni tadbiiq etishdir.

Ammo bizga ma`lumki, simli aloqa vositalari statsionar bo`lmagan foydalanuvchilar ehtiyojlarini qondira olmaydi. Shu sababli simsiz aloqa yo`nalishiga ham katta e`tibor bergan holda mobil aloqa operatorlariga o`zlarining tarmoqlarini ichki va tashqi imkoniyatlaridan foydalangan holda qurishga keng yo`l ochib berilgan. Buning natijasida, hozirda bir qancha o`zaro raqobatdosh mobil aloqa kompaniyalari faoliyat yuritib kelmoqda. Ushbu mobil aloqa operatorlari orasidagi raqobat tufayli ko`rsatilayotgan xizmatlar narxi tushib, ularning turi ko`paymoqda.

Xizmatlar turini ko`paytirish uchun albatta tarmoqni yangi texnologiyalar bilan jihozlash kerak.

Bitiruv malakaviy ishining maqsadi: Mobil aloqa tarmoqlarida kirish tarmog`ining yangi texnologiyalaridan biri bo`lgan LTE texnologiyasi arxitekturasi va ushbu texnologiya asosida kirish tarmog`ini loyihalashtirish muammolarini o`rganishdan iborat.

Bitiruv malakaviy ishining vazifalari:

1. LTE tarmog`ining umumiy strukturasi o`rganish;

2. SAE birlamchi tarmoq arxitekturasi va SAE birlamchi tarmog`ining asosiy funktsiyalarini o`rganish;
3. MIMO va MRC usullarini ўrganiш;
4. Частоталарни тақсимлашнинг эркин фойдаланиш усули SC- FDMA ни ўрганиш;
5. LTE ning физик сатҳи ва кадрнинг умумий структурасини ўрганиш;
6. Қайта узатиш MB-SFN тарқатиш режими ва ячейкалар орасидаги интерференцияни координациялаш усуллари ни ўрганиш;
7. Radiotarmoqlarini loyihalashtirish jarayoni va energetik byudjetni o`rganish;
8. Tarmoq sig`imini baholash va LTE tarmoqlarini loyihalashtirishda ajratiladigan chastota diapazonlarini o`rganishdan iborat.

Bitiruv malakaviy ishining amaliy ahamiyati shundaki, mobil aloqa tarmoqlari yangi texnologiyalaridan biri bo`lgan LTE texnologiyasi asosida modernizatsiya qilinsa, bu o`zining ijobiy natijalarini iqtisodiyotimiz rivojida yaqqol aks ettiradi.

Bitiruv malakaviy ishining tarkibiy qismi kirish, III bob va ularning bo`limlari, mehnatni muhofaza qilish va texnika xavfsizligi qoidalari, xulosa va foydalanilgan adabiyotlar ro`yxatidan iborat.

Bitiruv malakaviy ishining birinchi bobida LTE tarmog`ining umumiy strukturasi, SAE birlamchi tarmoq arxitekturasi va SAE birlamchi tarmog`ining asosiy funktsiyalari, ishlash tamoyillari keng yoritib berilgan.

Bitiruv malakaviy ishining ikkinchi bobida MIMO va MRC usullari va ularning vazifalari keltirilgan. Bu бўлимда бу усуллардан ташқари частоталарни тақсимлашнинг эркин фойдаланиш усули SC- FDMA ҳам кенг ёритиб берилган. LTE ning физик сатҳи, кадрларнинг умумий структураси, қайта узатиш MB-SFN тарқатиш режими ва ячейкалар орасидаги интерференцияни координациялаш усуллари ҳам батафсил ёритиб берилган.

Bitiruv malakaviy ishning uchinchi bobida radiotarmoqlarini loyihalashtirish jarayoni ishlab chiqilgan va olingan natijalar qiymatlari jadvallarda aks ettirilgan. Bundan tashqari tarmoq sig`imini baholash va LTE tarmoqlarini loyihalashtirishda ajratiladigan chastota diapazonlari ham keltirilgan.

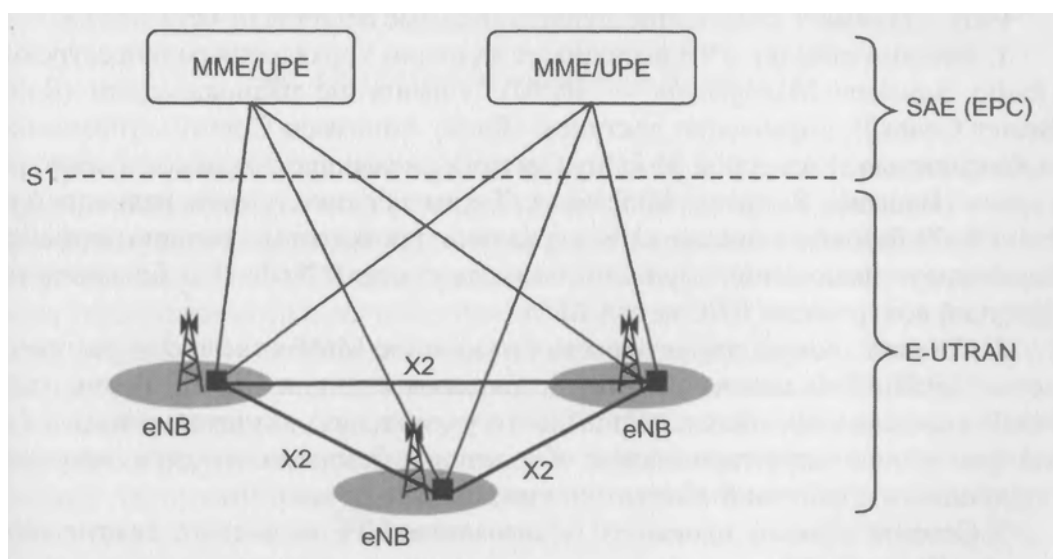
Bitiruv malakaviy ishida mehnatni muhofaza qilish va texnika xavfsizligi qoidalari ham keng yoritilgan.

I. LTE (Long Term Evolution) TARMOG`I ARXITEKTURASI VA UNING O`ZIGA XOS XUSUSIYATLARI

1.1 LTE (Long Term Evolution) tarmog`ining umumiy strukturasi

WiMAX (IEEE 802.16e standarti) mobil aloqa tarmog`i asosidagi mobil aloqa tarmog`ini qurish texnologiyasiga raqobatdosh texnologiya yaratish 3GPP loyihasi a`zolariga LTE deb ataluvchi OFDM texnologiyasi asosidagi UMTS ning rivojlangan variantini ishlab chiqish majburiyatni vujudga keltirdi.

LTE tarmog`i ikkita muhim tarkibiy qismdan iborat: E-UTRAN radio kirish tarmog`i va SAE (System Architecture Evolution) birlamchi tarmog`i (1.1- rasm).



1.1- rasm. E-UTRAN radio kirish tarmog`i va SAE (System Architecture Evolution) birlamchi tarmog`ining o`zaro aloqasi

3GPP loyihasining SAE tarmog`iga bo`lgan asosiy talabi tarmoq strukturasi maksimal darajada soddalashtirish va UMTS tizimi uchun xarakterli bo`lgan tarmoq protokollari funksiyasini takrorlanishini istisno qilish talabi qo`yilgan.

E-UTRAN radiokirish tarmog`i faqat eNB (evolved Node B) bazaviy stantsiyalaridan tashkil topgan texnik tasniflash qatorida qaraladi. eNB bazaviy stantsiyasi E-UTRAN to`liq bog`langan tarmog`i elementi hisoblanadi va bunda X2 interfeysi orqali "har biri har biri bilan" usulida bog`lanadi. X2 interfeysi LTE_ACTIVE holatida mobil terminalda xendoverni qo`llaydi. Har bir bazaviy

stantsiya SAe bazaviy tarmog`ining paketlar kommutatsiyasi usulida qurilgan Sic interfeysiga ega.

SAE birlamchi tarmog`i ba`zan EPC (Evolved Packet Core) tarmog`i deb atalib, MMe va UPE mantiqiy elementlaridan tuzilgan MME/UPE tugunlarini o`z ichiga oladi. MMe (Mobility Management Entity) mantiqiy elementi abonent terminali mobilligini boshqarish vazifalarini hal qilishga javob beradi va E-UTRAN tarmog`ining eNB bazaviy stantsiyasi bilan C-plane (interfeys S1-S) boshqarish tekisligi protokollari yordamida o`zaro aloqani amalga oshiradi. UPE (User Plane Entity) mantiqiy elementi U-plane foydalanuvchi tekisligi protokoliga mos holda foydalanuvchilarning ma`lumotlarini uztilishiga javob beradi va S1-U interfeysi vositasida eNB bilan o`zaro aloqani amalga oshiradi.

S1 interfeysi tufayli bazaviy stantsiyalar bir nechta MME/UPE tugunlari bilan bog`lanadi. Bu esa tarmoq resurslaridan oqilona foydalanish imkonini beradi, bunday interfeys S1-flex deb ataladi.

LTE tarmog`ida UMTS tarmog`idagidan quyidagi funktsional farqlari mavjud:

1.eNB bazaviy stantsiyalari radioresurslarni boshqarish (Radio Resource Management — RRM);

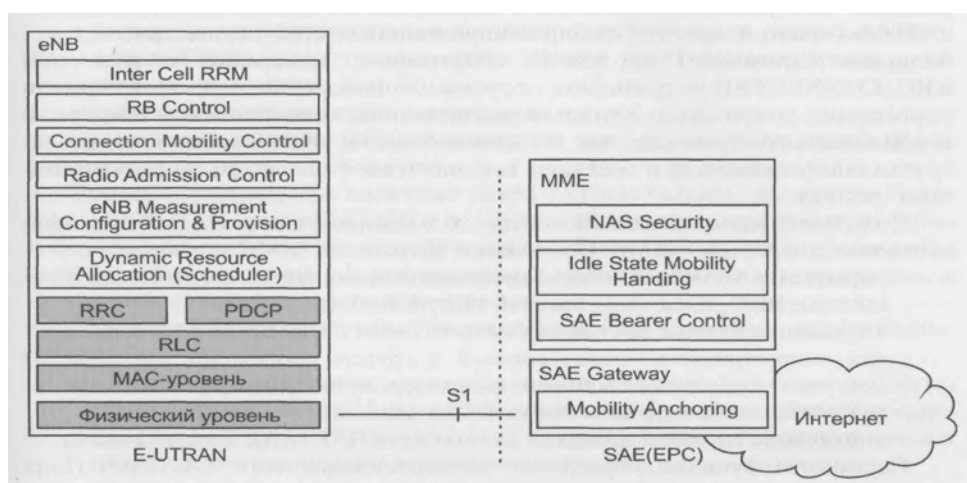
Radiokanallarni boshqarish (Radio Bearer Control), ulanishga ruxsatni boshqarish (Radio Admission Control), mobillikni boshqarish (Connection Mobility Control), resurslarni dinamik taqsimlash (Dynamic Resource Allocation).

Xuddi shunday, E-UTRAN radiokirish tarmog`ida eNB bazaviy stantsiyalari UMTS tarmog`idagi Node V bazaviy stantsiyasi va ko`p hollarda RNC kontrolleri funktsiyalarini qo`shgan holda radiointerfeys protokollarini boshqaradi.

2. MMe mobillikni boshqaruv tarmoq elementi eNB bazaviy stantsiyaga chaqiriq (paging) xabarini taqsimlanishiga javob beradi. Bundan tashqari, MMe boshqaruv tekisliklari protokollarini boshqaradi: abonent terminallarini identifikator bilan ta`minlaydi, tarmoq xavfsizligini ta`minlaydi, abonentlarning xabarlarini to`g`riligini tekshiradi va roumingni boshqaradi.

3. Foydalanuvchi tekisligi tarmoq elementi UPE IP-protokollaridagi paketning boshlanish qismini siqish funksiyasini bajaradi, ma'lumotlar oqimini shifrlaydi, foydalanuvchi tekisligi ma'lumot paketlarini terminatsiyalaydi, foydalanuvchilar mobilligini ta'minlashda ma'lumot paketlarini kommutatsiya qiladi. Bundan tashqari, UPE foydalanuvchi darajasidagi protokollarni boshqaradi, masalan, abonent terminali (AT) joriy holatini saqlaydi, abonent terminallari darajasida LTE_IDLE holatini to'xtatadi.

LTE tarmog'i C-plane va U-plane tekisliklari S1 interfeysining asosiy protokollari 1.2 - rasmda keltirilgan.



1.2 - rasm. LTE tarmog'i S1 interfeys protokollari

LTE tarmog'ida boshqaruvning eng muhim vazifalaridan biri radioresurslardan maksimal darajada effektiv foydalanishdir. Bu vazifa radioresurslarni boshqarish funksiyalari majmuasi RRM (E-UTRAN tarmog'i radioresurslarini boshqarish, radiokanalda ma'lumot uzatish xizmatini boshqarish, mobillikni boshqarish, ulanishga ruxsatni boshqarish, resurslarni dinamik taqsimlash) yordamida va radioresurslarni boshqarish protokollari RRC yordamida hal etiladi.

E-UTRAN (Inter Cell RRM) tarmog'i radioresurslarini boshqarish chastota spektridan foydalanish unumdorligini oshirish va abonent terminali va bazaviy stantsiyaning o'zaro shovqin ta'sirini minimallashtirish hamda mobillikni qo'llab quvvatlash maqsadida uyalar guruhi resurslarini boshqarishni ta'minlaydi.

Radiokanalda ma`lumotlarni uzatish xizmatini boshqarish (RB Control) E-UTRAN tarmog`i eNB bazaviy stantsiyasida amalga oshirilgan va E-UTRAN tarmog`ida ma`lumotlar uzatish radiokanallarni berilgan parametrlar bilan o`rnatish, saqlab turish va bo`shatishni ta`minlaydi. Xizmat ko`rsatish sifati (QoS) parametrlarini hisobga olgan holda ma`lumotlar uzatishning barcha aktiv sessiyalarini nazorat qilish va boshqarish, qayta aktivlashgan sessiyalar uchun resurslarni ajratish asosiy vazifalar hisoblanadi. Mobillikni boshqarish (Connection Mobility Control) mobil terminal uchun eNB xizmat ko`rsatuvchi bazaviy stantsiyasini tanlash, mobil terminalga xizmat ko`rsatishni bir eNB (xendover) bazaviy stantsiyasidan boshqasiga uzatish imkonini beradi. Xizmat ko`rsatuvchi eNB ni tanlash RRC_CONNECTED holatida mobil terminalda xususiy o`lchash va olingan o`lchash natijalarini o`rnatilgan chegaraviy qiymatlar bilan solishtirish asosida amalga oshiriladi. Xendover ham mobil terminalda ham eNB bazaviy stantsiyasidagi o`lchovlar tahlili hamda xizmat ko`rsatayotgan va qo`shni uya joriy yuklanishi, operatorning trafikni boshqarish siyosati asosida amalga oshirilgan.

1.2 SAE (System Architecture Evolution)birlamchi tarmoq arxitekturasi

SAE (System Architecture Evolution) tarmog`ida abonent terminali mobilligini MME mantiqiy elementi ta`minlaydi. MME ning asosiy funktsiyalari quyidagilar:

- RRC_IDLE (Idle State Mobility Handling) holatida bo`lgan abonent terminalini mobilligini boshqarish;

- “Kirishga ruxsat etilmagan sath” protokollar guruhiga tegishli va masalan foydalanuvchi autentifikatsiyasini, ma`lumotlarni shifrlash kalitlarini boshqarishni ta`minlovchi protokollarga mos holda mobil aloqa xavfsizligini boshqarish (NAS Security);

- SAE tarmog`i ma`lumotlarini uzatish xizmatini boshqarish (SAE Bearer Control);

E-UTRAN tarmog`i radioresurslarni boshqarish (Inter Cell RRM), radiokanalda ma`lumotlarni uzatish xizmatini boshqarish (RB Control), va mobillikni boshqarish (Connection Mobility Control) funktsiya parametrlari operator talabi bilan mos holda o`zgartirilgan bo`lishi mumkin.

Kirishga ruxsatni boshqarish (Radio Admission Control) ning asosiy vazifasi E-UTRAN tarmog`iga mobil terminalning ulanishini taqdim etishni shakllantirish hisoblanadi. Bu vazifa radiokirish tarmog`i yuklanishini ko`p me`yorli tahlil qilish, mobil terminalning QoS parametrlari talabi asosida hal etiladi.

Resurslarni dinamik taqsimlash (Dynamic Resource Allocation; Scheduler) ma`lumot paketlarini uzatish navbatlarini rejalashtirishga javob beradi va kanal resurslarini, bazaviy stantsiya nurlanish quvvatini, QoS parametrlarini hisobga olgan holda, paketlarni qayta ishlashdagi buferlash resurslarini o`z ichiga olgan holda, radiokirish tarmog`i resurslarini dinamik ajratish va qayta taqsimlash imkonini beradi.

C-plane tekisligi radioresurslarni boshqarish protokoli RRC quyidagilarni ta`minlaydi:

- Xizmat xabarini “kirishga ruxsatli daraja” va “kirishga ruxsatsiz daraja” (mos holda AS — Access Stratum va NAS — Non-Access Stratum) protokollar guruhiga tegishli protokollarga mos holda tarqatish;

- mobil terminal peydjingi;

- E-UTRAN tarmog`i va abonent terminali orasida RRC-bog`lanishni o`rnatish, saqlab turish va uzish;

- shifrlash kalitlarini boshqarish;

- Berilgan QoS parametrlari bilan “nuqta-nuqta” va “nuqta-ko`pnuqta” turidagi Radiokanal (Radio Bearers) da ma`lumotlarni uzatish xizmatini o`rnatish, saqlab turish va uzish;

- abonent terminali mobilligi.

Bundan tashqari, RRC protokoli boshqa bir qator funktsiyalarni bajarilishini ta`minlaydi.

U-plane va C-Plane tekisliklari ma`lumot paketlari konvergentsiyasi protokoli (Packet Data Convergence Protocol - PDCP) uzatilayotgan ma`lumot paketini hajmini foydali axborot hajmi bilan o`lchash mumkin bo`lgan darajada xizmat axborotini ortiqchaligini to`g`irlash (siqish) ni hamda ma`lumotlarni shifrlash/deshifrlashni ta`minlaydi.

Radiokanalarni boshqarish protokoli (Radio Link Control — RLC) quyidagilarni ta`minlaydi:

- foydali yuklamaning (Packet Unit — PU) ancha yuqori daraja protokollarida (Protocol Data Unit — PDU) o`zgaruvchan uzunlikdagi kichik bloklarga bo`lish va ularni yig`ish;

- PU bloki o`lchovi radiokanalda axborotni uzatish tezligiga mos holda aniqlanadi;

- qisqa paketlarni yuqori daraja PDU ga birlashtirish;

- agar birlashtirish qabul qilib bo`lmaydigan bo`lsa, PU ning ma`lumotlar qismini bo`sh qolgan joyini to`ldirish;

- foydalanuvchiga QoS parametrlariga mos holda qabul qilinishi tasdiqlanuvchi va tasdiqlanmaydigan ma`lumotlarni uzatish;

- ma`lumot paketlarni qayta uzatish usuli (ARQ) da xatolarni to`g`irlash;

- ma`lumotlarni qabul qilinganini tasdiqlash bilan uzatganda PDU paketlarini uzatish tartibini ancha darajada saqlash;

- PDU paketlarini bir-birini takrorlashini yuqoriroq darajada ularni faqat bir marta uzatish uchun topish;

- ma`lumotlar uzatish tezligini boshqarish;

- paketlar tartib raqamini nazorat qilish.

SAE birlamchi tarmoq arxitekturasi ancha yuqori tezlikdagi ma`lumotlar uzatishni hosil qilish, paketlarni kechikishning past kichik qiymatlarini ta`minlash hamda turli ko`rinishdagi radiokirish texnologiyasi asosida ma`lumot uzatishni optimallashtirish yo`nalishida 3G tarmog`i kelgusi rivojlantirilishini amalga oshirish imkonini beradi.

SAE birlamchi tarmog`ining UMTS tizimi birlamchi tarmog`idan asosiy farqi maksimal soddalashgan strukturasi va tarmoq protokollari funktsiyalarining bir-birini takrorlashining mavjud emasligidir.

SAE birlamchi tarmog`i arxitekturasi o`zini qanday tovushni uzatish xizmatlarini taqdim etsa, xuddi shunday ma`lumotlarni paketli kommutatsiya qilish texnologiyasi asosidagi barcha IP-xizmatlari majmuasini etkazib beruvchi LTE tizimining PS-domeni sifatida taqdim qiladi. SAE asosida qurilgan birlamchi tarmoq “barchasi IP orqali” (all-IP yoki AIPN — All over IP Network) kontseptsiyasida yotadi va boshqa tomondan SAE birlamchi tarmog`iga ulanish ham ikkinchi va uchinchi avlod (masalan, UTRAN, GERAN tarmoqlari) radiokirish tarmog`i orqali ham 3GPP loyihasi tomonidan standartlashtirilmagan (NOT-3GPP) noevropa texnologiyasi asosidagi radiokirish tarmog`i, masalan, IEEE tarmoqlari: Wi-Fi, WiMAX orqali, hamda o`tkazgichdan foydalanuvchi IP-texnologiyasi (masalan, ADSL+, FTTH tarmoqlari va boshqalar) orqali amalga oshirilishi mumkin.

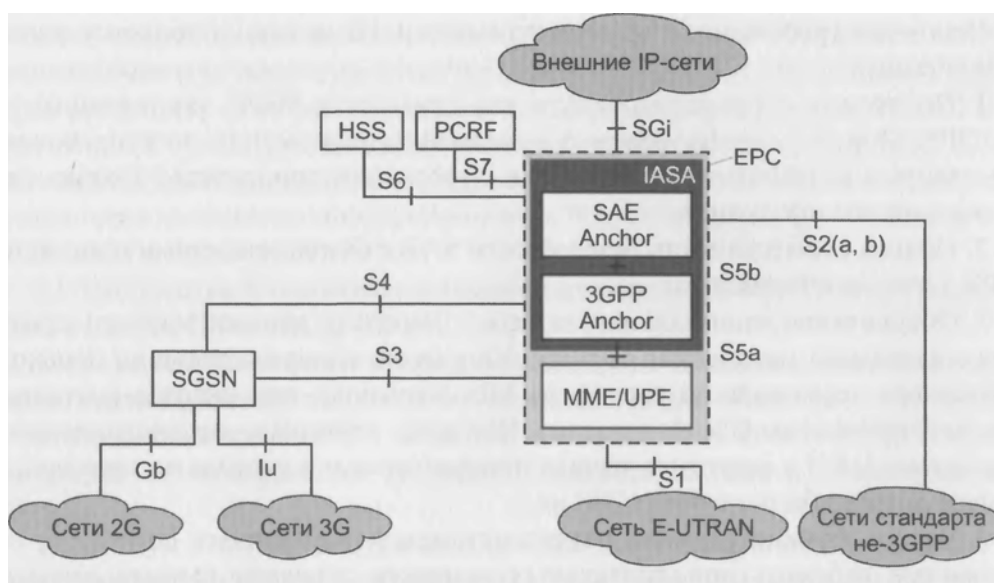
SAE birlamchi tarmoq etalon arxitekturasi tashqi tarmoq bilan o`zaro aloqa interfeyslari bilan 1.3-rasmda ko`rsatilgan. Bu arxitekturaga muvofiq UMTS tarmog`i SGSN tuguni boshqaruv tekisligi protokollari funktsiyalari MME mobillikni boshqaruv elementi funktsiyasidan tashkil topadi. E-UTRAN tarmog`i eNB bazaviy stantsiyasi bajarmaydigan RNC kontrolleri funktsiyalari va SGSN va GGSN tugunlari foydalanuvchi tekisligi protokollari funktsiyalari UPE moduli va SAE tarmog`i 3GPP Anchor shlyuzi tugunida amalga oshiriladi.

Bu tugun 2G/3G tarmoqlarini LTE tarmoqlariga bog`lash uchun mo`ljallangan. Hamda SAE tarkibiga 3GPP (GSM/UMTS) standartlari va NOT-3GPP (Wi-Fi i WiMAX) standartlari tarmoqlarini SAE tarmog`iga bog`lash uchun xizmat qiluvchi SAE Anchor shlyuz tuguni kiradi. 3GPP Anchor va SAE Anchor bog`lama tugunlaridan tashqi IP-tarmog`iga bog`lash uchun yagona IASA (Inter Access System Anchor) bog`lama tuguni hosil qilinadi.

SAE Anchor va 3GPP Anchor (1.3 - rasmga qarang) tugunlaridan iborat bo`lgan MME/UPE, IASA, tarmoq mantiqiy elementlari majmuasi birlamchi paket

tarmog`ini (Evolved Packet Core — EPC) hosil qiladi. Ushbu mantiqiy elementlar LTE tarmoq standartlari ishlab chiqishning asosan boshlang`ich bosqichlarida qarab chiqilgan.

eRS arxitekturasini amaliyotga tadbiq qilish uchun yo`naltirilgan tadqiqot ishlari quyidagi yangi tarmoq elementlarini taklif etdi: xizmat ko`rsatuvchi shlyuz S-GW (Serving GW) paketli tarmoq bilan o`zaro aloqa qiluvchi shlyuz P-GW (PDN GW) hamda UPE elementidan alohida ishlovchi MMe mantiqiy elementi. S-GW va P-GW shlyuzlari fizik jihatdan AGW (Access GW) ning tarkibiga kiruvchi bir element sifatida amaliyotga tadbiq etilishi mumkin.



1.3 - rasm. SAE birlamchi tarmog`i etalon arxitekturasi

LTE tarmog`i arxitekturasiga qo`yiladigan asosiy talablarni quyidagicha umumlashtirish mumkin:

1. 3GPP va shu bilan birga NOT-3GPP standartlaridagi radiokirishlarni qo`llab quvvatlashi kerak. Bunda mavjud ulanish texnologiyalari va ularning operator tomonidan prioritetlari haqidagi axborot abonent terminaliga yuborilishi kerak.
2. SAE birlamchi tarmog`ining va Release 6 dan boshlab 3GPP birlamchi tarmog`i bilan to`liq moslashuvchanligi.
3. C-plane boshqaruv tekisligiga muvofiq holda ma`lumotlarni uzatishning minimal kechikishini ta`minlash. Masalan, mobil terminalning Idle (terminal GMM protokolining Attached holatida bo`ladi, terminalga IP-adres ajratilgan va

terminal IMS tizim ostida qayd qilingan bo`ladi) holatidan U-plane protokoli bo`yicha ma`lumotlarni uzatish/qabul qilish holatiga o`tish uchun kechikish 200 ms dan ortiq bo`lmasligi kerak.

4. C-plane protokollariga muvofiq bir funktsiyani ikki marta bajarilishi tufayli yuzaga keluvchi qo`shimcha kechikishni yo`qotish uchun SAE tarmog`i elementlari orasidagi funktsiyalarni aniq taqsimlanishi.

5. QoS (xizmat ko`rsatish sifati) ning parametrlari bilan IP-bog`lanishni o`rnatish.

6. LTE tarmog`i mobillikni boshqaruv funktsiyasi E-UTRAN tarmog`ida shuningdek E-UTRAN va boshqa turdagi radiokirish tarmoqlari orasidagi mobilligini ta`minlashi kerak.

7. LTE tarmog`i mobillikni boshqaruv funktsiyasi har xil turdagi: simli aloqa va simsiz aloqa terminallari bilan o`zaro aloqa qila olishi kerak.

8. LTE tarmog`i mobillikni boshqaruv funktsiyasi LTE tarmog`i operatoriga abonentlar ishlatayotgan aloqa tarmog`ini boshqarish imkonini taqdim etishi kerak.

9. E-UTRAN tarmoqlarida, E-UTRAN tarmoqlari va boshqa 3GPP (Inter-RAT Handover protsedurasi) radiokirish tarmoqlari orasidagi, hamda E-UTRAN/3GPP va NOT-3GPP radiokirish tarmoqlari orasidagi terminallarning mobilligini qo`llab quvvatlash protsedurasi (xendover) real vaqt rejimida (masalan, VoIP ilovasi uchun) va invariant bo`lgan vaqt rejimida (masalan, web resurslarni ko`rish uchun) ma`lumot paketlarini minimal yo`qotish bilan tadbiq etishi kerak.

10. Tarmoqdagi abonent terminali turgan joyi haqidagi ma`lumotlarini yangilab turish protsedurasi signalizatsiya kanallarining minimal yuklanishini ta`minlashi kerak.

11. SAe tarmog`i arxitekturasi abonent tarmoqlararo roumingda bo`lganda optimal marshrutizatsiyani ta`minlashi kerak.

12. Roumingdagi LTE tarmog`i foydalanuvchilarga o`zgaruvchan ulanishlarni taqdim etish maqsadida SAE tarmog`i arxitekturasi har xil turdagi simsiz WLAN keng polosali kirish tarmoqlari orqali ulanishni ta`minlashi kerak. Bunda ulanish

VPLMN va WLAN tarmog`i operatorlari orasidagi mavjud shartnomalarga mos bo`lishi kerak.

13. Har xil versiyadagi (IPv4 va IPv6) IP-protokollarini hamda IP-Multicast rejimidagi tarqatishni qo`llab quvvatlashi kerak.

14. Paketli va kanallar kommutatsiyasi asosidagi mavjud 3GPP tarmoqlaridagidan past bo`lmagan darajadagi foydalanuvchilarning xavfsizligini (autentifikatsiya, identifikatsiya, ma`lumotlarni shifrlash) ta`minlash, autentifikatsiya protsedurasi kirish tarmog`i turi va texnologiyasiga bog`liq bo`lmasligi lozim.

15. LTE tarmog`iga ruxsat abonentlarga mavjud USIM-kartalar orqali taqdim etilishi kerak (Release 99). Bunda HSS ma`lumotlar bazasi Release 5 ga muvofiq bo`lishi lozim.

16. Hozirda mavjud bo`lgan tarifkatsiya printsiplarini qo`llab quvvatlashi lozim.

17. SAE arxitekturasi tarmoq (tugun) larning barcha elementlari bitta taqsimlangan resurs sifatida qaralganda tarmoq resurslarini ko`p qirrali ishlatishni ta`minlashi kerak. Bunga misol sifatida bir necha SGSN/MGW tugunlari bilan RNC kontrolleriga muvofiq holda Release 5 tomonidan aniqlangan Iu-flex interfeysi strukturasi keltirish mumkin.

1.3. SAE (System Architecture Evolution) birlamchi tarmog`ining asosiy funksiyalari

SAE birlamchi tarmog`ining funksional imkoniyatlaridan bir nechta asosiy funksiyalarni ajratish mumkin:

- tarmoqda ruxsatni boshqarish (Network Access Control);
- ma`lumot paketlarini uzatish va marshrutlash (Packet Routing and Transfer);
- abonent terminali mobilligini boshqarish (Mobility Management) ;
- axborot xavfsizlikni ta`minlash (Security);
- tarmoq radioresurslarini boshqarish (Radio Resource Management);
- tarmoqni boshqarish (Network Management);
- tarmoqning funksional elementlarini tanlash;

- tarmoqda IP-protokolini ishlatish bilan bog`liq funktsiyalari.

Ushbu funktsiyalarning har biri kichik funktsiyalarni o`z ichiga olishi mumkin.

Tarmoqda ruxsatni boshqarish funktsiyasi. Bu funktsiya yordamida abonent terminalini SAE birlamchi tarmog`iga bog`lashni ta`minlaydi. Bunda quyida keltirilgan xususiy funktsiyalar to`plami bajariladi.

Tarmoqni/kirish tarmog`ini tanlash funktsiyasi abonent terminali bilan xizmatlar platformasi (ilovalar serveri) ni IP-bog`lanishni amalga oshirish abonent terminaliga mobil aloqa tarmog`ini yoki kirish tarmog`ini tanlash imkonini beradi. Tarmoqni/kirish tarmoqlarini tanlash ishlatilayotgan bu tarmoq texnologiyalariga bog`liq. 3GPP tarmoq standartlari uchun tarmoqni tanlash tamoyili TS 23.122 texnik spetsifikatsiyasida, kirish tarmog`ini tanlash TS 36.300, TS 43.022 va TS 25.304 texnik spetsifikatsiyasida aniqlangan. IP-protokoliga asoslangan NOT-3GPP tarmoq standartlari uchun, tarmoqni/kirish tarmog`ini tanlash tamoyili TS 23.402 texnik spetsifikatsiyasida aniqlangan.

Autentifikatsiya va avtorizatsiya funktsiyasi abonentning haqiqatdan ham ushbu tarmoqqa ruxsati mavjud ekanini tekshirish imkonini beradi, abonentlarning tarmoq xizmatlariga ruxsatli ekanini aniqlaydi va abonent mobil terminal avtorizatsiyasini amalga oshiradi, masalan IP-adres beradi, tarmoq resurslarini ajratadi va ma`lumot uzatish xizmati (virtual tarmoq kanali— EPS Bearer) ni ishga tushiradi. Autentifikatsiya funktsiyasi abonent mobilligini boshqarish funktsiyasi bilan chambarchas bog`langan.

Ruxsatni nazorat qilish funktsiyasi so`ralayotgan tarmoq resurslariga ruxsat mavjudligini aniqlash uchun va bu rusurslarni kelgusida foydalanish maqsadida tushayotgan so`rovlarga muvofiq rezervlash uchun talab qilinadi.

Tarmoq boshqaruvi va tarifkatsiya qoidalarini qo`llash funktsiyasi (PCEF) talab qilingan xizmat ko`rsatish sifati bilan xizmatlarni taqdim etish va billing tizimi PCRF funktsiyasidan olingan qoidalarga mos holda tarifkatsiyalashni boshqarishni ta`minlaydi. TS 23.203 spetsifikatsiyasiga muvofiq PCEF funktsiyasi quyidagi asosiy vazifalarni bajaradi:

- foydalanuvchilar ma`lumotlar oqimi paketlarini aniqlash va registratsiya qilish; Bunda foydalanuvchilar ma`lumotlar oqimi paketlarini registratsiya qilishda manba va qabul qiluvchi IP-adresi va porti bilan IP protokoli identifikatori (IPv4 protokoli Type of Service identifikatori va IPv6 protokoli Traffic Class identifikatori) ga mos talab qilingan xizmat ko`rsatish sifati bilan tenglashtirgan holda belgilanadi;

- ma`lumot paketlari hajmi va uzatish parametrlari (uzatish tezligi va kechikish vaqti) ni o`lchash;

- ma`lumot uzatish sifati boshqarish;

- ma`lumot uzatish sifati hisobga olgan holda real vaqt rejimida tarifikatsiya qoidalarini qo`llash.

Abonentlarning xabarni qonuniy olish funksiyasi davlat tashkiloti vakiliga xususiy axborot (masalan, telefon so`zlashuvlariga, uzatilayotgan ma`lumotlarga, SMS, MMS xabarlariga, elektron pochta xabarlariga) ga ruxsatni taqdim etish imkonini beradi. Ushbu funktsiya LTE tarmog`i operatori tomonidan ham, kirish tarmog`i provayderi tomonidan ham va xizmatlar provayderi tomonidan ham amalga oshiriladi.

Ma`lumot paketlarini marshrutlash va tashish funksiyasi. Marshrutlash funksiyasi yordamida bitta mobil aloqa tarmog`i ichida hamda bir nechta tarmoqlar o`rtasida ma`lumot paketlarini tashish marshrutini aniqlanadi. Ma`lumot paketlarini tashish marshruti marshrutizatsiya jadvali asosida o`rnatiladi va chiquvchi tugun, oraliq tugun, oxirgi tugun kabi tarmoq tugunlaridan tashkil topadi. SAE tarmog`i IP-protokoliga asoslangan va bu o`z navbatida IP-tarmoqning ma`lumotlarni tashish va marshrutizatsiya mexanizmlarini ishlatadi.

Ma`lumot paketlarini marshrutizatsiya va tashish funksiyasi bajarilayotganda bir qancha kichik funktsiyalar amalga oshiriladi.

IP-sarlavhalarini siqish funksiyasi IP-sarlavhalarini siqishning maxsus mexanizmlarini qo`llash orqali uzatilayotgan xizmat ma`lumotlarini kamaytirish hisobiga radiokirish tarmog`i o`tkazish qobiliyatidan va resurslardan optimal foydalanish uchun mo`ljallangan.

Ma`lumot paketlarini tekshirish (skanerlash) funksiyasi mobil terminal ishlatayotgan IP-adresning turi: IPv4 turidagi adres, yoki IPv6 adresi perefiksli IPv4 (masalan, ::ffff:IPv4) adres turi, yoki IPv6 adres turi ekanini tarmoqda tekshirish imkonini beradi.

Xavfsizlikni ta`minlash funksiya. LTE tarmog`ida xavfsizlikni ta`minlash funksiyasini amalga oshirishda quyidagi asosiy vazifalar bajariladi:

- foydalanuvchi autentifikatsiyasi va so`ralgan xizmatning berilish mumkinligini tasdiqlash yordamida LTE tarmoq xizmatlaridan ruxsatsiz foydalanishdan himoyalash;

- muvaqqat idetifikatorlar va shifrlash kalitlari yordamida abonentlar autentifikatsiyasi mahfiylikni ta`minlash;

- shifrlash yordamida abonent ma`lumotlarini mahfiylikni ta`minlash;

- signalizatsiya xabarlarida berilayotgan ma`lumotlarning autentifikatsiyasini taminlash;

- tarmoqda mobil terminallar autentifikatsiyasini ta`minlash;

- mobil terminalni identifikatsiyalash.

Keyingi protseduralarni batafsil ko`rib chiqamiz.

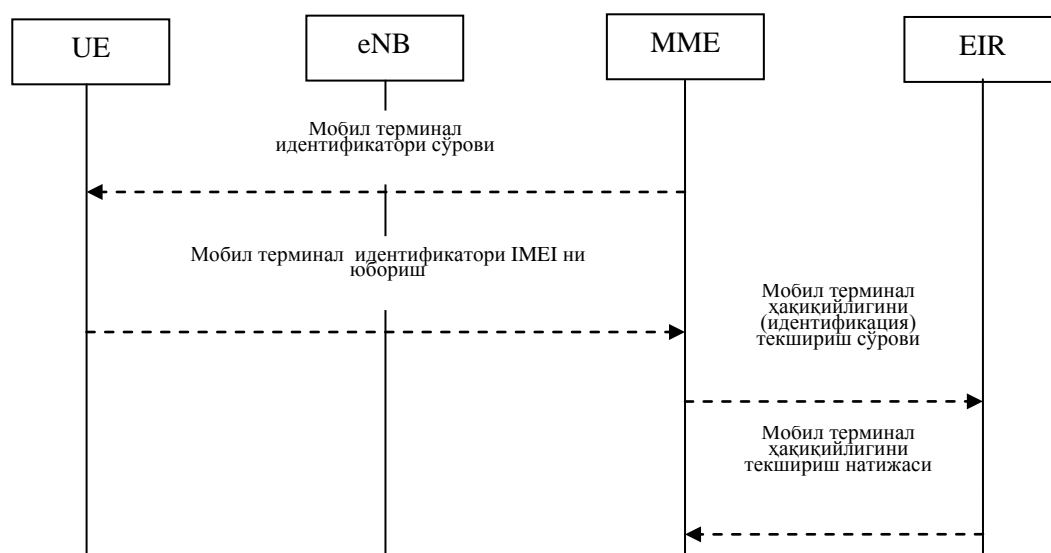
Mobil terminal identifikatsiyasi MMe mobillikni boshqaruv modulida yoki HSS abonent ma`lumotlari serverida P-GW paketli shlyuzida identifikatsiya registri (Equipment Identity Register — EIR) yordamida bajariladi va mobil terminal qurilmasining haqiqiylikni tekshirish uchun mo`ljallangan. Mobil terminalning tarmoqqa haqiqiylikni tekshirish o`g`irlangan yoki kamchiligi bor mobil terminalni ishlatilishiga yo`l qo`ymaydi. Mobil terminal identifikatsiyasi EIR identifikatsiya registriga mobil terminalning xalqaro identifikatori IMEI ni uning haqiqiylikni tekshirish uchun yuborish va undan so`ng, EIR registri javobini kerakli ish (masalan, agar EIR mobil terminalning “qora ro`yxat” da borligini aniqlasa “ulanishni uzish” komandasini uzatish) ni bajarish uchun tahlil qilish yo`li bilan MMe modulida amalga oshiriladi.

Roumingda mobil terminal identifikatsiyasi ahamiyatli ekanini ta`kidlash lozim. Mobil terminal identifikatsiyasi tarmoq mobil terminaldan ulanish Initial

Attach (Initial Attach so`rovi xendover protsedurasi bilan bog`liq bo`lgan hol bundan mustasnodir) uchun so`rov olganda hamda E-UTRAN tarmog`ida mobil terminal turgan joy haqidagi ma`lumot yangilanish (Tracking Area Update — TAU) protsedurasi ishlaganda, agar bungacha mobil terminal UTRAN/GERAN tarmog`ida bo`lgan bo`lsa va unga oldin xizmat ko`rsatgan SGSN tuguni mobil terminal identifikatsiyasi haqidagi ma`lumotni taqdim etmagan bo`lsa, xududiy tarmoq EIR registri tomonidan amalga oshiriladi.

Mobil terminal UE haqiqiylikini tekshirish protsedurasi

1.4- rasmda ko`rsatilgan.



1.4- rasm mobil terminal haqiqiylikini tekshirish protsedurasi

Mobillikni boshqarish funktsiyasi. Bu funktsiya yordamida E-UTRAN tarmog`ida mobil terminal joylashgan er bitta xudud aniqligida (**Tracking Area — TA**) yoki xududlar ro`yxati (**Tracking Area List — TAL**) ga mos holda xududlar guruhi aniqligida taqib qilishni ta`minlaydi. Bu funktsiya bir qancha xususiy funktsiyalarni o`z ichiga oladi.

ECM-IDLE rejimida terminalning mobilligini boshqarish funktsiyasi. ECM-IDLE (EPS Connection Management IDLE) rejimi foydalanuvchi ma`lumot paketlarini uzatishni ta`minlanayotganda LTE tarmog`i bilan mobil terminal orasidagi aktiv bog`lanishning mavjud emasligini xarakterlovchi rejimdir. Bu rejimda E-UTRAN tarmog`idagi mobil terminal joylashgan er MMe moduliga TAL ro`yxatiga muvofiq xududlar guruhi aniqligida ma`lum bo`ladi.

E-UTRAN tarmog`ida mobil terminal joylashgan xududlar ro`yxatini boshqarish funksiyasi. SAE birlamchi tarmog`iga mobil terminal TA joylashgan bitta xududni emas, balki abonentning ko`chib yurish statistikasiga bog`liq holda mobil terminal joylashgan xududlar guruhini eslab qolish va faollashtirish va nihoyat mobil terminal TAU joylashgan er haqidagi ma`lumotlarni yangilab turish protsedurasini bajarish chastotasini kamaytirish imkonini beradi.

E-UTRAN tarmoqlarida xendoverni boshqarish funksiyasi mobil terminal eNB bazaviy stantsiyalararo ko`chib yurganda foydalanuvchi IP-sessiyasi uzluksizligini ta`minlash imkonini beradi. Xendoverni boshqarish ichki tarmoq mobillik tuguni (Inter-eNodeB Mobility Anchor) funktsional moduli bo`lgan MMe tarmoq elementi tomonidan amalga oshiriladi.

3GPP tarmoqlarida tarmoqlararo xendoveromni boshqarish funksiyasi mobil terminal 3GPP tarmoqlararo ko`chib yurganda foydalanuvchi IP-sessiyasi uzluksizligini ta`minlash imkonini beradi. Tarmoqlararo xendoverni boshqarish tarmoqlararo mobillik tuguni (Inter-3GPP Mobility Anchor) funktsional moduli bo`lgan MMe tarmoq elementi tomonidan amalga oshiriladi.

Signalizatsiya trafigini kamaytirish funksiyasi (Idle mode Signalling Reduction – ISR) bir operatorning E-UTRAN va GERAN/UTRAN tarmoqlari orasida terminalning diskret mobilligi (uyani “qayta tanlash”) ni ta`minlashda E-UTRAN tarmog`iga muvofiq ECM-IDLE rejimida va GERAN/UMTS tarmog`iga muvofiq GPRS STANDBY rejimida mobil terminal xizmat xabarlarini hajmini kamaytirish imkonini beradi. Kirish texnologiyasini almashtirib uyani qayta tanlagan (Inter-RAT Cell-Reselection) da xizmat xabarlarini hajmining kamaytirilishiga mobil terminalning S-GW xizmat ko`rsatuvchi shlyuz bilan o`zaro birga ishlaydigan MMe va SGSN tugunlarda bir vaqtda registratsiya qilinishi hisobidan erishiladi. Bu esa o`z navbatida TAU protsedurasini va GERAN/UTRAN tarmog`ida xudud marshrutizatsiyasi haqidagi ma`lumotlarni yangilash (Routing Area Update — RAU) protsedurasini bajarmay turib uyani qayta tanlash imkonini beradi.

ISR funksiyasi SAE birlamchi tarmog`iga kiruvchi modullar va tugunlar qarorlari asosida faollashtiriladi va faol bo`lmagan holatga o`tkaziladi. Bu qarorlar abonent terminaliga mos holdagi komandalar ko`rinishida uzatiladi.

Mobillikni cheklash funksiyasi terminal mobilligini cheklash imkonini beradi va LTE tarmog`i quyidagi elementlarida bajariladi: mobil terminallarda, E-UTRAN radiokirish tarmog`ida va SAE birlamchi tarmog`ida.

eSM- IDLE rejimida bo`lgan abonent terminali mobilligini cheklash SAE birlamchi tarmog`idan olingan ma`lumot asosida mobil terminalda amalga oshiriladi. ECM-CONNECTED rejimida bo`lgan abonent terminali mobilligini cheklash E-UTRAN radiokirish tarmog`ida va SAE birlamchi tarmog`ida xendoverni cheklash ro`yxati (Handover Restriction List — HRL) asosida amalga oshiriladi.

IMS nimitzimi multimedia so`zlashuv xizmatlarini qo`llab quvvatlash indikatsiya funksiyasi mobil aloqa tarmog`ida bajariladi va IMS tizimi yordamida nutqni paketli uzatishni qo`llab quvvatlovchi identifikatorni mobil terminalga uzatish imkonini beradi. Ushbu identifikator mobil terminal LTE tarmog`iga ulanish protsedurasi bajarilayotgan jarayonda yoki TAU protsedurasi bajarilayotgan jarayonda uzatiladi. LTE xizmat ko`rsatuvchi tarmog`i bu indikatsiyani tarmoq siyosati hamda so`zlashuv chaqiriqlarini tashkil etishni qo`llovchi sxema (Single Radio Voice Call Continuity — SRVCC) asosida taqdim etadi.

Tarmoq radioresurslarini boshqarish funksiyasi. Radioresurslarni boshqarish funksiyasi mobil terminalari orasida taqsimlangan E-UTRAN tarmog`i resurslariga bog`langan. Radioresurslarni boshqarish bo`yicha E-UTRAN tarmog`i strategiyasi aniq turdagi abonentlar, mobil terminallar va bayonnomalar (application) haqidagi axborotga asoslanadi.

E-UTRAN tarmog`ida radioresurslarni boshqarishni qo`llab quvvatlash uchun MME moduli eNB bazaviy stantsiyasidagi S1 interfeysi orqali radiotexnologiyani tanlash prioritetini va chastotani tanlash prioritetini aniqlovchi RFSP (RAT/Frequency Selection Priority) parametrini uzatishni ta`minlaydi. RFSP

parametri bazaviy stantsiya tomonidan radioresurslarni boshqarish bo'yicha tarmoq strategiyasini amalga oshirish uchun ishlatiladi. Parametr qiymati abonent terminali uchun individual bo'ladi va quyidagi hollarda E-UTRAN radiokirish tarmoqlari barcha ma'lumot almashish xizmatlarida ishlatiladi:

- IDLE rejimida o'rnatilgan prioritetga muvofiq mobil terminalning uyani qayta tanlashi uchun;

- Boshqa chastota kanalida yoki boshqa radiokirish texnologiyasida aktiv rejimi (active mode) da bo'lgan mobil terminallarni o'tkazish bo'yicha qaror qabul qilish uchun.

Bazaviy stantsiyasidagi S1 interfeysi orqali uzatiladigan va RFSP parametriga ega bo'lgan xabar TS 36.413 texnik spetsifikatsiyasida batafsil yoritib berilgan.

Tarmoqni boshqarish funktsiyasi. Bu funktsiya tarmoqni ekspluatatsiya qilishni qo'llovchi tizim (OAM&R) tomonidan bajariladi va o'z ichiga bir qancha xususiy funktsiyalarni oladi.

MMe modullari orasida yuklamani taqsimlash funktsiyasi abonent terminalini boshqarishni bir MMe modulidan boshqasiga modullar orasida yuklamani taqsimlash uchun qayta yo'naltirish imkoniyatini ta'minlaydi. Bunga bazaviy stantsiyaning MMe modulini tanlash ehtimolligiga proporsional bo'lgan, har bir MMe moduli uchun yuklamani taqsimlashning og'irlik koeffitsienti (weight factors) ni o'rnatish orqali erishiladi. Og'irlik koeffitsienti MMe moduli ishlash tezligini hisobga olgan holda o'rnatiladi va bazaviy stantsiyaga S1 interfeysi orqali MMe moduli bilan xizmat xabarlar almashish yo'li bilan (TS 36.413 texnik spetsifikatsiyasiga muvofiq) uzatiladi. Agar tarmoqda shaxsiy (uy) bazaviy stantsiyasini qo'llovchi shlyuz HeNB GW ishlatilayotgan bo'lsa, u holda og'irlik koeffitsienti MMe modulidan ushbu shlyuzga uzatiladi.

MMe modullariga yuklamani o'zaro taqsimlash funktsiyasi mobil terminalga xizmat ko'rsatish jarayonida xizmat ko'rsatishni bir MMe modulidan boshqasiga o'tkazish imkoniyatini ta'minlaydi.

MMe modulida ortiqcha yuklanishni boshqarish funktsiyasi tarmoq ortiqcha yuklanish paydo bo'lishini oldini olish imkonini beruvchi mexanizmni aniqlaydi.

Tarmoq ortiqcha yuklanishini bartaraf etishga bazaviy stantsiyaga MMe modulidan beriladigan OVERLOAD START xabari yordamida erishiladi. MMe moduli OVERLOAD START xabari yordamida bazaviy stantsiyaga quyidagi komandalarni yuborishi mumkin:

- Mobil terminalning tarmoq resurslarini talab qiluvchi (favqulodda holatlardagi chaqiriq xizmatlari uchun tarmoq resurslarini talab qilayotgan mobil terminallardan tashqari) RRC-bog`lanish o`rnatishni rad etish;

- Mobil terminalning mobillikni qo`llovchi protsedurasini bajarish uchun tarmoq resurslarini talab qiluvchi RRC-bog`lanish o`rnatishni rad etish.

Tarmoq tugunlarini tanlash funktsiyasi. Bu funktsiya quyidagi xususiy funktsiyalarni o`z ichiga oladi: P-GW shlyuzini tanlash funktsiyasi; S-GW xizmat ko`rsatuvchi shlyuzini tanlash funktsiyasi; MMe modulini tanlash funktsiyasi; SGSN tarmoq tugunini tanlash funktsiyasi va PCRF funktsional elementini tanlash funktsiyasi.

SAE tarmog`ining IP-protokolini ishlatish bilan bog`liq bo`lgan funktsiyalari. Bu funktsiya quyidagi xususiy funktsiyalarni o`z ichiga oladi.

Domen nomlari funktsiyasi (Domain Name System — DNS) RFC 1034 spetsifikatsiyasida tavsiflangan, u P-GW shlyuzi mantiqiy nomi va uning IP-adresi orasida muvofiqlik o`rnatish imkonini beradi.

Xostlarni dinamik konfiguratsiya qilish funktsiyasi (Dynamic Host Configuration Function — DHCP) mobil terminalga dinamik IP-adres ajratish berish imkonini beradi. Bu funktsiyalarning imkoniyatlari RFC 2131, RFC 3736, RFC 3633 i RFC 4039 spetsifikatsiyalarida batafsil yoritilgan.

II. BOB LTE (Long Term Evolution) ТЕХНОЛОГИЯСИНИНГ ЎЗИГА ХОС ХУСУСИЯТЛАРИ

2.1 MIMO (Multiple Input Multiple Output) ma`lumotlarning tizimli tezligini oshirish usuli va MRC maksimal munosabat yig`idisi usuli

LTE tizimlaridagi PHY sathida, bazaviy stantsiyada, hamda foydalanuvchi terminali (UE) da barqarorlikka va ma`lumotlar oqimi tezligini oshirish maqsadida to`g`ri kanalda bir nechta transiverlar qo`llanilishi mumkin. Masalan, signalning quyi darajasidagi tarqatishning og`ir shartlarida, ko`p nurlanishli tarqatish shartida uzatilayotgan quvvatni oshirish talab qilinganda qabul qilishda maksimal munosabat yig`idisi (MRC) usulidan foydalaniladi.

Ma`lumotlarning tizimli tezligini oshirish uchun foydalaniladigan asosiy usul - bu MIMOdir. Uni tadbiiq qilish uchun terminal konstruktsiyasiga eng kamida yana bitta transiver va antenna qo`shish kerak bo`ladi.

2.1a - rasmda taqsimlash antenναςiga ega bo`lgan oddiy qabul qiluvchi ko`rsatilgan. Bunday qabul qilgich sxemasida bir nechta antennalar ishlatiladi, lekin u MRC va MIMO rejimlarini qo`llamaydi. MRC va MIMO rejimlari talablarini qoniqtiruvchi qabul qilgich bazaviy strukturasi 2.1b - rasmda ko`rsatilgan. MRC va MIMO rejimlari ba`zida garchi bu termin umuman to`g`ri kelmasa ham, “ko`p antennali” texnologiya deb ataladi. 2.1a va 2.1b - rasmlarda ko`rsatilgan ikkita sxema orasidagi farq antennalar sonida emas balki transiverlar sonida ekanini ta`kidlash lozim.

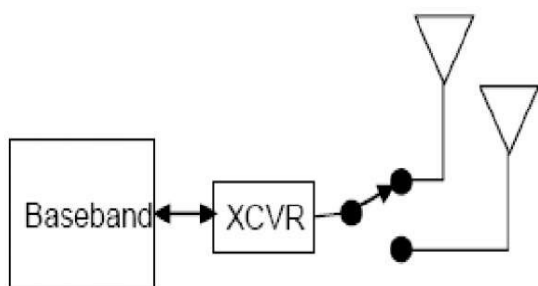
MRC usuliga muvofiq signal ikkita (yoki ko`p sondagi) alohida antenna/transiver juftligi tomonidan qabul qilinadi. Antenna taqsimlangan bo`lgani muhim, chunki impulsli xarakteristikaga ega bo`lgan signallar u qabul qilishi uchun mos emas.

Har bir qabul qilinayotgan signallardan bitta yig`indi signal olish uchun bir biriga qo`shgandan ko`ra protsessorda asosiy chastota polosasi (baseband) ga ushbu signallar uchun kompensatsiya kiritiladi.

Ushbu usul bo`yicha qo`shishda qabul qilinayotgan signallar protsessorda asosiy polosaga yig`iladi. Har bir transiver uchun issiqlik shovqinlari signalga

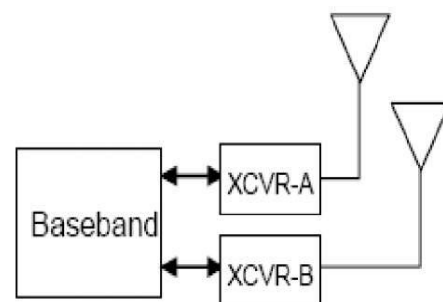
bog`liq bo`lmagan shovqinlardir. Xuddi shuningdek, faza va amplituda bo`yicha kompensatsiyalangan asosiy polosa prtsessoridagi signallarni chiziqli qo`shish SNR ning 3 dB dan kam bo`lmagan kuchayishiga shovqinni cheklash shartida MRC ikki kanalli qabul qilgichida olib boriladi.

2.1a pacm



Antenna Diversity rejimidagi yagona tashuvchili oddiy qabul qilgich

2.1b pacm



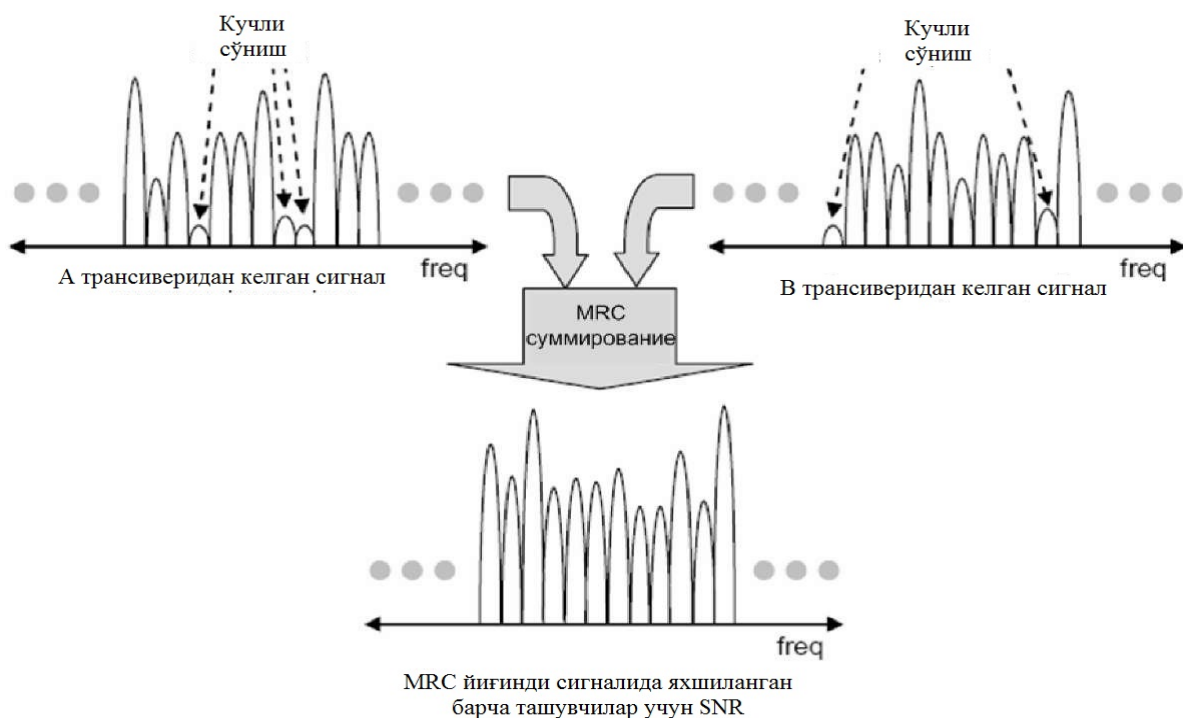
MRC/MIMO (2 kanalli) qabulqilgich strukturaviy sxemasi

2.1-rasm MRC/MIMO rejimida ishlash

MRC/MIMO rejimida ishlash uchun bir qancha transiverga ega bo`lishi kerak. Signallarni qo`shish hisobiga SNR ni kuchaytirishdan tashqari, MRC usuli bo`yicha ishlaydigan qabul qilgichlar chastota-selektiv fedinggiga ancha barqarordir. Ushbu faktni yana bir bor ta`kidlaymizki, qabul qiluvchi antenning fizik ajratilgani uning qabul qiluvchi kanallari impul`s xarakteristikasini farqlanishiga olib keladi. Chastota-tanlov so`nishi mavjud bo`lganda ushbu tashuvchi birdaniga ikkala qabul kanalida kuchli so`nishining statistik ehtimolligi kam. Xuddi shuningdek, yig`indi signalda kuchli chastota-tanlov fedingi ehtimolligi sezilarli kamayadi.

MRC usuli aloqa liniyasi ishonchlilik (tayyorlik) darajasini oshiradi, lekin ma`lumotlar oqimi nominal tezligini oshirish imkonini bermaydi. MRC usulidan foydalanganda ma`lumotlar bitta antennadan uzatiladi, qabul qilishda ikki yoki ko`p sondagi qabul qilgichlardan foydalaniladi, shuning uchun MRC ajratilgan qabulning tez usulidir, ya`ni Antenna Diversity oddiy usuli.

Va aksincha, MIMO texnologiyasi ma'lumotlar oqimi tizimli tezligini oshirish imkonini beradi. Bunday oshirishga ham qabul qilish tomonida ham uzatish tomonida bir nechta antenna ishlatish hisobiga erishiladi.

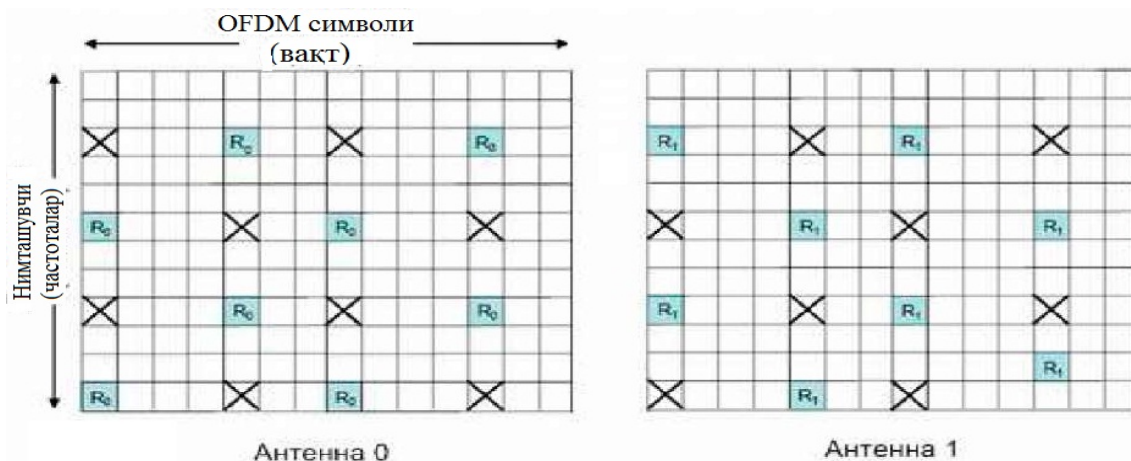


2.2-rasm MRC usuli

MRC usuli AWGN va chastota-tanlov so'nishi sharoitida ishonchlikni oshirish imkonini beradi.

MIMO texnologiyasida signalni muvaffaqiyatli qabul qilish uchun qabul qilgich har bir uzatuvchi antenna uchun kanalning impul'sli xarakteristikasini aniqlashi kerak. LTE tizimida kanalning impul'sli xarakteristikasini uzatuvchi antennalarning har biri ketma-ket oldindan ma'lum bo'lgan tayanch signallarni yuborish yo'li bilan aniqlanadi.

2x2 MIMO tizimi uchun bitta umumiy yoki 4 ta (C1, C2, C3 va C4) alohida kanalning impul's xarakteristikasi aniqlanadi. Eslatib o'tamiz, bitta uzatuvchi antenna tayanch signalni uzatayotganda boshqasi ishlatilmaydi. Kanalning impul's xarakteristikasi aniqlanishi bilan ikkala antenna bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda ma'lumot uzatishni boshlaydi. Ma'lumotlar oqimi chiziqli kombinatsiyasi ikkita qabul qiluvchi antennaga alohida orginal ma'lumotlar oqimi uchun echish mumkin bo'lmagan ikki noma'lumli ikkita tenglamani keltirib chiqaradi.



R0 -Antenna 0 dan tayanch signal

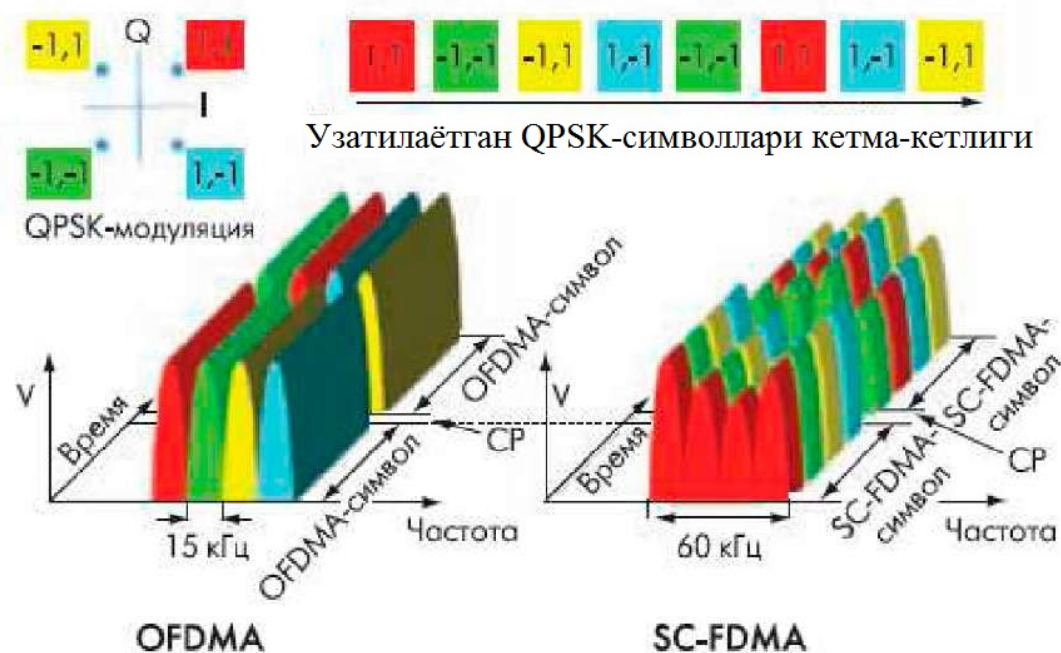
R1 -Antenna 1 dan tayanch signal

X -ishlatilmayotgan element resurslarini bildiradi

2.3- rasm. Kanallarning xarakteristikasini hisoblash uchun ketma-ket uzatiladigan, MIMO ning ishlashini ta`minlaydigan tayanch signallar

2.2. Chastotalarni taqsimlashning erkin foydalanish usuli SC- FDMA

LTE ning to`g`ri yo`nalishdagi kanaliga nisbatan qarama-qarshi yo`nalishdagi kanaliga talablarda sezilarli farq mavjudligi bo`yicha bir qancha asosiy yo`nalishlar mavjud. Bu kutilmaganda bo`lmaydi, masalan, UE terminali sifatini aniqlovchi aynan talab qilingan quvvat hal qiluvchi faktor bo`lishi mumkin. OFDM modulyatsiyasi uchun xarakterli bo`lgan PAPR ning yuqori miqdori va mos holda KPD ning quyi miqdori bo`lgani uchun UE terminallari ishlab chiqaruvchi mutaxassislar uchun asosiy muammo bo`lib kelmoqda. Bu muammoni hal qilish uchun LTE qarama-qarshi yo`nalishdagi kanalida OFDM dan alternativ foydalanishni topish zarur.



2.4 - rasm QPSK- simvollari ketma-ketligini uzatishda OFDMA va SC-FDMA orasidagi farq

Yagona tashuvchili chastotalarni taqsimlash bilan ko`pchilik tomonidan erkin foydalanish usuli (SC-FDMA usuli) LTE tizimida qarama-qarshi yo`nalishdagi kanallari uchun boshqalariga nisbatan eng munosibdir. SC-FDMA usuli bo`yicha ishlovchi uzatgich va qabul qilgich bazaviy arxitekturasi OFDMA usuli bo`yicha ishlovchi uzatgich va qabul qilgich bazaviy arxitekturasiga juda o`xshash (deyarli butunlay bir hil) va ko`p nurlanishli rejim uchun xuddi shunday barqarorlik darajasini ta`minlab beradi. Lekin eng muhimi shuki, ushbu usul asosidagi signal xarakteristikasi bir chastotalidir, PAPR ning qiymati esa juda kichikdir.

2.5- rasmda tasvirlangan strukturaviy sxemada uzatgich/qabul qilgich bazaviy ko`rinishi keltirilgan. Funktsional bloklarning ko`pchiligi SC-FDMA va OFDMA usullari bilan umumiy, shuning uchun ushbu tizimlar to`g`ri va qarama-qarshi kanallar uchun zanjirlar orasida yuqori daraja funktsional umumiylik kuzatiladi.

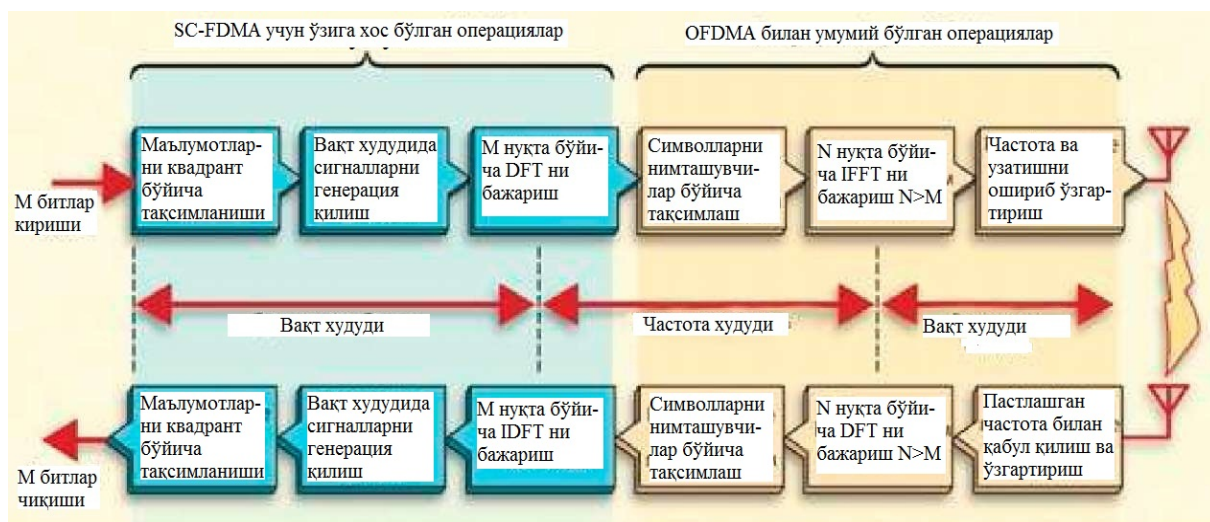
Uzatkich zanjiri funktsional bloklari quyidagilar:

1. Ansanblni shakllantiruvchi (constellation mapper): Kirish oqimi bitlarini bir chatotali simvollar (uzatuvchi kanal sifatiga bog`liq holda - 8PSK, QPSK yoki 16QAM) ko`rinishiga o`zgartiradi.

2. Ketma-ket/parallel o`zgartirgich: SC simvollarni vaqt xududlarida FFT blokiga uzatish uchun shakllantiradi.

3. M - nuqtali DFT: SC simvollarni vaqt xududlarida M diskret tonlarga o`zgartiradi.

4. Nimtashuvchini shakllantirgich: Keyingi signallarni uzatish uchun kirishda maxsus DFT nimtashuvchilarni tonlardan shakllantiradi. SC-FDMA usuli bo`yicha ishlovchi tizimlarda 2.6-rasmda ko`rsatilganidek o`zaro yonma-yon yotuvchi (yig`ilgan) tonlardan ham va bir tekis tarqalgan (taqsimlangan) tonlardan ham foydalaniladi. LTE tizimlari uchun olib borilayotgan hozirgi kundagi tadqiqotlarda tarqalishi cheklangan nimtashuvchilardan foydalanish taklif qilinmoqda.



2.5- rasm SC-FDMA va OFDMA usuli bilan ishlovchi qurilma

5. N - nuqtali IFDT: Shakllantirilgan nimtashuvchini uzatish uchun vaqt xududida qaytadan o`zgartiradi.

6. Tsiklik qo`shimcha va impul`slarni shakllantirgich: Tsiklik qo`shimcha, aynan OFDM usuli bilan ishlaydigan tizimlardagidek SC-FDMA usuli bilan ishlaydigan tizimlarda ham "ko`p nurlanishdan" himoyalash uchun xizmat qiluvchi yig`indi signali hosil bo`lishini oldini oladi. OFDM ni qo`llagan hollarda ham chastota polosasidan tashqaridagi xalaqitlar (spektrdagi asosiy

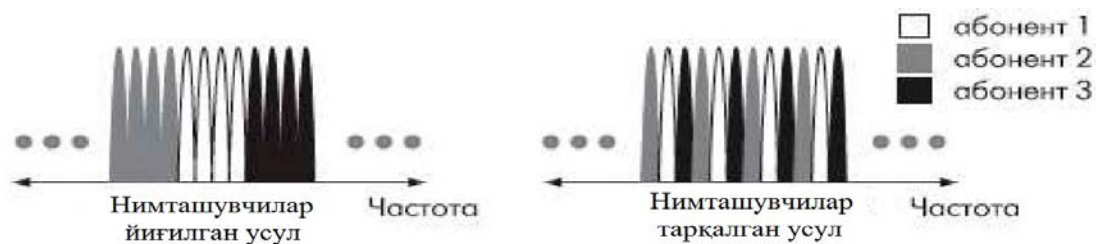
chastota polosasidan tashqari yon polosa nurlanishi darajasi ortishi) darajasini pasaytirish uchun shakllantirilgan impul's xarakteristikalarini kiritiladi.

7. DFE: Raqamli signalni analog signalga o'zgartiradi va radio chastotada uzatish uchun uni yuqori spektrga o'tkazadi.

Qabul qilgich sxemasida jarayon teskari tartibda ketadi. OFDM usuli bilan ishlaydigan tizimdagidek SC-FDMA usuli bilan ishlaydigan tizimda uzatish kanalini diskret nimtashuvchilarning chiziqli yig'indisi sifatida tasvirlash mumkin. Ko'p nurlanishni keltirib chiqaruvchi buzilish OFDM usuli bilan ishlaydigan tizimdagidek kompensatsiya qilinadi ("nimtashuvchidan nimtashuvchiga" usuli asosida signalni korrektsiyalashda CP o'chirib va chastota xududiga o'tkazib qo'llaniladi). OFDM dan farqli ravishda SC-FDMA ning diskret nimtashuvchi ko'rinishidagi boshlang'ich signali 2.4- rasmda aniq ko'rinib turganidek yagona tashuvchi emas. OFDM dan SC-FDMA ning bunday farqi SC-FDMA nimtashuvchisi mustaqil ravishda modulyatsiyalanmaganligi bilan tushuntiriladi. Natijada PAPR qiymati OFDM dagidan kichik bo'ladi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ushbu liniyada OFDM ni qo'llaganda kam ehtimollik bilan yuz berishi mumkin bo'lgandan ko'ra, LTE UE RFA PAPR ning qiymati ularning siqilish nuqtasining qiymati 1 dB ga yaqin bo'lgan 2 dB da ishlashi mumkin.

Ta'kidlab o'tilganidek, SC-FDMA da nimtashuvchilarni shakllantirish ikki yo'l orqali amalga oshirilishi mumkin: 2.6 - rasmda ko'rsatilganidek yig'ilgan va tarqalgan ko'rinishda bo'ladi. Shunga qaramasdan, faraz qilamizki, bu bosqichda LTE tizimida faqat yig'ilgan nimtashuvchilar shakllantiriladi. Bunday echim tanlovi shunchalik ko'p ta'kidlanganki, kanallarni loyihalashtiruvchisiga bog'liq bo'lgan xarakteristikalar (to'g'ri foydalanuvchi terminali UE ga yo'nalgan kanal chastotalari ma'qul sharoitlariga asoslangan tarqalishga mo'ljallangan) yordamida yig'ilgan nimtashuvchilar uchun chastota selektiv kuchaytirgichini qo'llash mumkin.



2.6 - rasm. SC-FDMA usulida ishlovchi tizimlarda nimtashuvchilar ham yig`ilgan ham tarqalgan rejimda shakllantirilgan

2.3. LTE ning fizik sathi va kadrning umumiy strukturasi

LTE DL va UL uchun asosiy farqlardan biri kadrning umumiy strukturasi. Yuqorida ta`kidlaganimizdek, LTE spetsifikatsiyalarida ham chastota (FDD) bo`yicha ham vaqt (TDD) bo`yicha dupleks rejimlari aniqlangan.

Biz bu erda faqat chastota bo`yicha dupleks FDD rejimiga asoslanamiz. Shuning uchun DL uchun ham UL uchun ham kadrning umumiy strukturasi FDD rejimida aniqlanadi.

LTE tizimida uzatish kanali 10 msek uzunlikdagi kadrlarga bo`lingan. Kadrlar har biri 0,5 msek davomiylikka ega bo`lgan 20 ta slotni o`z ichiga oladi. Subkadrlar ikkita slotni o`z ichiga oladi va 1,0 msek davomiylikka ega.

To`g`ri kanal (Downlink)

LTE standartida PHY sathida radiokanal chastota polosasi 1,25 MGts dan 20 MGts gacha oraliqqa mo`ljallangan. Asosiy modulyatsiya sxemasi sifatida OFDM tanlangan, chunki u kuchli feding, ko`pnurlanishli rejim yuzaga kelgan sharoitlarda barqarordir. To`g`ri kanalda oxirgi mul`tipliksirlash usuli OFDMA dir. DL PHY sathida axborotni LTE steki yuqori sathidan signalga o`tkazuvchi, faqat fizik sathda ishlatish uchun mo`ljallangan kanallarni qo`llaydi. Fizik sathdagi kanallar L2/L3 sathlari uchun kirish nuqtasiga xizmat qiluvchi transport kanallariga o`zgartiriladi. Qo`yilgan vazifaga bog`liq holda PHY sathida kanallar va signallar uchun har xil turdagi modulyatsiya turlari va kodlashtirish parametrlari ishlatiladi.

Modulyatsiya parametrlari

To`g`ri kanal DL uchun modulyatsiya sxemasi OFDM dir. Har bir nimtashuvchi orasidagi qadamning asosiy o`lchovi 15 KGts ga teng. Uni 7,5 KGts gacha kamaytirish imkoniyati bor. Kichik qadamlar MB-SFM stsenariylarining bir qanchasida qo`llanadi. 2.1- jadvalda OFDM modulyatsiya parametrlari ko`rsatilgan.

Kechikishning kengayish qiymatiga bog`liq holda kanalda yoki qisqa yoki uzun tsiklik old qo`shimcha - CP ishlatiladi. Agar qisqa SR ishlatilsa 2.1- jadvalda ko`rsatilganidek OFDM ning slotdagi birinchi simvoli boshqa simvollarga qaraganda kattaroq davomiylikka ega bo`ladi. Bu slot davomiyligi (0,5 msek) ni saqlab qolish uchun kerak.

Shuni eslatib o`tamizki, SR davomiyligi vaqtning absolyut (ya`ni CP uzunligi uchun 16,67 mksek), hamda standart vaqt birligi Ts o`lchovlarida ifodalangan. Ts birligi LTE ning barcha spetsifikatsiyalarida ishlatiladi. U 20 MGts tizim chastota polosasida 2048 nuqtali FFT uchun 30,72 MGts kvantlash chastotasiga mos keluvchi $TS = 1/(15000 \times 2048)$ sekund vaqt bilan aniqlanadi. To`g`ri kanalda modulyatsining asosiy parametrlari 2.1- jadvalda, tsiklik old qo`shimcha SR davomiyligi 2.2 - jadvalda taqdim etilgan.

2.1- jadval

To`g`ri kanalda OFDM modulyatsiyasining parametrlari

Uzatish kanali polosasi kengligi	1,25 MGts	2,5 MGts	5 MGts	10 MGts	15 MGts	20 MGts
Subkadr davomiyligi			0,5 msek			
Nimtashuvchilar orasidagi chastotalar bo`yicha qadam	15 KGts					
Diskretizatsiya chastotasi	192 MGts (1/2 x 3,84 MGts)	3,84 MGts	7,68 MGts (2 x 3,84 MGts)	15,36 MGts (4 x 3,84 MGts)	23,04 MGts (6 x 3,84 MGts)	30,72 MGts (8 x 3,84 MGts)
FFT tartibi	128	256	512	1024	1536	2048
OFDM – simvollarning bitta slotdagi soni (qisqa CP)	7/6					

CP uzunligi (msek/s)	(4,69/9) x 6 (5,21/10) x 1	(4,69/18) x 6 (5,21/20) x 1	(4,69/36) x 6 (5,21/40) x 1	(4,69/72) x 6 (5,21/80) x 1	(4,69/108) x 6 (5,21/120) x 1	(4,69/144) x 6 (5,21/160) x 1
Qisqa SR						
Uzun SR	(16,67/32)	(16,67/64)	(16,67/128)	(16,67/256)	(16,67/384)	(16,67/512)

2.2 – jadval

Tsiklik old qo`shimcha davomiyligi

Konfiguratsiyasi		Tsiklik old qo`shimcha CP davomiyligi Ts mksek	
Normal CP	Qadam 15 KGts	160 dlya/ = 0	5,21 dlya / = 0
		144 dlya/ =1, 2...5	4,69 dlya/ = 1, 2.5
Uzun CP	Qadam 15 KGts	512	16,67
	Qadam 15 KGts	1024	33,33

To`g`ri kanalda mul`tiplaxsirlash sxemasi

LTE to`g`ri kanalida qo`llaniladigan asosiy mul`tiplaxsirlash sxemasi OFDMA dir.

OFDMA texnologiyasi – bu mobil aloqa tizimlari uchun yangi texnologiya. 12 ta qo`shni nimtashuvchilar “slotdan slotga” usuli asosida fizik sathda resurs bloklari (PRB) ni shakllantirish uchun guruhlariga birlashtiriladi.

PRB bloki – bu bazaviy stantsiya loyihalashtiruvchisi ishlatadigan eng kichik chastota polosasi birligi. 2.3-rasmdan ko`rinib turibdiki, uzatilayotgan signalni tasvirlash uchun qurilgan resurs panjarasining ikkita o`lchovi bor ular – vaqt va chastotadir. Panjaradagi har bir resurs bloki ushbu nimtashuvchi uchun bitta OFDM simvolini tashkil qiladi va resurs elementi sifatida ishlatiladi. MIMO asosida ishlatilganda har bir uzatuvchi antennada bittadan resurs panjarasi mavjud.

Fizik sathdagi kanallar (Fizik Kanallar)

Chiquvchi (abonent terminalidan bazaviy stantsiyaga) va kiruvchi (bazaviy stantsiyadan abonent terminaliga) kanallarda bir-biridan farq qiluvchi axborot oqimi uzatiladi. Chiquvchi kanallarda ular uchta:

- belgilangan umumiy ketma-ketlik kanali (PUSCH);
- boshqaruvchi kanal (PUCCH);
- ixtiyoriy ulanish kanali (PURCH).

Bu kanallarning birinchisi foydalanuvchilar axborotini uzatish uchun mo'ljallangan. Boshqaruvchi kanal quyidagi axborotlardan tashkil topgan: kanal sifati indikator, etkazishni tasdiqlash xabari (ACK/NACK) va tarmoq loyihalashtiruvchisidan foydalanish jadvalini olish uchun so'rov (ruxsat etilgan resurslar haqida). Umum foydalanish kanali va boshqaruvchi kanal hech qachon bitta foydalanuvchi terminali UE ga bir vaqtda uzatilmaydi. Boshqaruv kanali signalini uzatish uchun bitta subkadrning har bir slotidagi resurs bloklaridan bittasi ishlatiladi. PUCCH formatiga bog'liq holda, m o'zgaruvchisi bilan aniqlanadigan, resurs setkasida joylashtirishning to'rt xil varianti bor. Ixtiyoriy ulanish kanali tarmoqda foydalanuvchi terminali UE bir yacheykadan boshqasiga o'tganda, hamda kutish rejimidan chiqib aktiv rejimga o'tganda va boshqa hollarda boshlang'ich initsializatsiya so'rovi uchun xizmat qiladi. Abonent stantsiyaiga, u maxsus paket – ixtiyoriy ulanish preambulasini uzatish davomida resurs setkasida interval (resurs bloki fizik raqami va subkadr raqami) belgilanadi. Preambula korrektsiyaning nolinch zonalari bilan Zadova-Chu ketma-ketligi asosida ishlab chiqariladi. Bitta yacheykada hammasi bo'lib 64 xil preambula aniqlangan. BS ulanish so'rovini qabul qilib aynan shu ixtiyoriy ulanish kanalidan (biroq abonent terminaliga kiruvchi) tasdiq yuboradi. Agar UE tasdiqni olmasa so'rovni qayta yuboradi.

Kirish yo'nalishida axborot kanallari sezilarli ko'p. Bular:

- umumiy kanal (Physical Downlink Shared Channel - PDSCH);
- Boshqaruv kanali (Physical Downlink Control Channel - PDCCH);
- Guruhli uzatish kanali (Physical Multipoint Channel - PMCH);
- Keng ko'lamda tarqatish kanali (Physical Broadcast Channel - PBCH);
- Formatni boshqarish indikator kanali (Physical Control Format Indicator Channel - PCFICH);
- Qayta so'rov protsedurasi (HARQ) gibrid indikator kanali (Physical Hybrid ARQ Indicator Channel PHICH).

Umumiy kanal abonent qurilmasi ma`lumotlarini uzatish uchun mo`ljallangan. Boshqaruv kanali PHICH da abonent qurilmalariga ham kiruvchi ham chiquvchi kanallarga ajratilgan kanal resurslari jadvali uzatiladi. Har bir subkadrda uzatiluvchi PCFICH kanalida boshqaruv kanali PDCCH ni uzatish uchun ishlatiladigan OFDM – simvollar nomeri ko`rsatiladi. PHICH kanali chiqish kanalida ma`lumotlarni etkazilganligini tasdiqlash uchun mo`ljallangan. Kanallarni guruhli va keng ko`lamli uzatish uchun belgilash aniqdir.

Fizik kanallar maxsus transport kanallariga olib kelingan. Transport kanallari yuqori sathlar uchun SAR dir. Har bir fizik kanal quyidagilar uchun fizik kanal aniqlaydi:

- Bitlarni skremblerlash;
- Modulyatsiya;
- Sathni ko`rsatilishi;
- CDD ni oldindan kodlashtirish;
- Resurs elementini tayinlash.

MIMO (Multiple Input Multiple Output) ma`lumotlarning tizimli tezligini oshirish usuli

Sathni ko`rsatilishi va oldindan kodlashtirish MIMO ni qo`llash uchun zarur. Odatda sath sath kanalning fazo bo`yicha mul`tipliksirlanishiga mos keladi. MIMO tizimi $N_{\text{transmitters}} \times N_{\text{receivers}}$ qiymati bilan aniqlanadi. LTE uchun 1x1, 2x2, 3x2 i 4x2 konfiguratsiyalari berilgan. Shunga e`tibor qaratish kerakki, qabul qiluvchi antennalar maksimal soni faqat ikkita bo`lganda uzatuvchi antennalar soni to`rttagacha etishi mumkin. Xuddi shunday, tizimda fazoviy taqsimlanish bilan faqat ikkita ma`lumotlar oqimi uzatilishi mumkin. 1x1 yoki 2x2 tizimlari uchun sathlar bilan uzatuvchi antenna portlari orasida birga bir moslik mavjud. Shunga qaramasdan 3x2 va 4x2 tizimlari uchun faqat ikkita fazoviy mul`tipliksirlangan kanal bor. Xuddi shunday, bunday holda bir yoki ikkala ma`lumotlar oqimi uchun rezervlash kuzatiladi. Sathning tayinlanishi faqat qo`shimcha uzatuvchi antenna o`rnatilganda amalga oshiriladi. Fazoviy mul`tipliksirlash bilan o`zaro aloqada oldindan kodlashtirish ham ishlatiladi. Shunga yana bir bor e`tibor qaratamizki,

MIMO tizimi fazoviy ma`lumotlar oqimining bir-biriga bog`liq bo`lmasligiga erishish uchun ko`pnurlanish usulini ishlatadi. Boshqa so`z bilan aytganda, MIMO tizimi normal ishlashi uchun etarli darjadagi nurlanish rejimiga ehtiyoj sezadi. Umumiy shovqin darajasi past muhitda va kichik buzilishlarda yuzaga keltirilgan ko`pnurlanishda MIMO tizim effektivligi kamdir.

2.4 Qayta uzatish MB-SFN tarqatish rejimi va yacheykalar orasidagi interferentsiyani koordinatsiyalash

LTE-Advanced tarmog`i o`zining rivojlanishida ma`lumotlar uzatish tezligini doimiy oshirilishini talab qiladi. Bu yo`nalishdagi eng oddiy usul bu tarmoqni zichlashtirilishiga olib keluvchi yo`l bo`lib, bunda bazaviy stantsiyalar soni oshiriladi va yacheykalar o`lchami kichraytiriladi.

Haqiqatdan ham, uzatkich va qabul qilgich orasidagi masofani kamaytirishga intilish ma`lumotlar tezligini oshishiga olib keladi. Tarmoqni zichlashtirishdan boshqa uning byudjetini tejash istiqboli katta bo`lgan imkoniyati har xil turdagi retranslyatorlarni rivojlantirish hisoblanadi. Ularning barchasi bitta vazifani bajaradi, donor yacheykadan foydalanuvchi terminaliga signalni uzatadi. Ma`lumki, WiMAX tizimida signalni qayta uzatish bir vaqtning o`zida uzatish tezligini katastrofik pasayishiga olib keladi, shuning uchun uzatib qabul qilishlar soni ikkitadan oshmaydi.

LTE tizimlarida ishonchli qayta uzatish uchun uzatib qabul qilishda UE va eNB orasidagi trafikni shakllantiruvchi sathlar ikkita: MAC sathida Hybrid Automatic Repeat request (HARQ) va RLC sathida tashqi ARQ.

Tashqi ARQ xatolar bo`yicha teskari aloqaning oddiy bir bitli mexanizmini ishlatuvchi HARQ to`g`irlamagan qoldiq xatolarni kompensatsiya qilish uchun zarur. Ko`pincha bir qancha (ba`zan esa ko`p) foydalanuvchiga aynan bir xil axborot kerak bo`ladi. Bunday hollada byudjetni tejash uchun tarmoq MBMS rejimini ishga tushiradi.

Multimedia Broadcast Multicast Services (MBMS) rejimi bitta yacheykaga xizmat ko`rsatishda ham, bir vaqtda bir nechta yacheykaga xizmat ko`rsatishda ham qo`llanilishi mumkin. Agar bitta yachekaga xizmat ko`rsatsa, unda MBMS

trafigi DL-SCH uchun ham xuddi shunday taqsimlanadi. Ko'p yachekaga xizmat ko'rsatishda ularning har birining ichida uzatish Multicast/Broadcast - Single Frequency Network (MB-SFN) ga mos holda sinxronizatsiya qilinadi. MB-SFN usuli mobil tarmoqlarda tarqatishni amalga oshirishda OFDM ni effektiv qo'llash imkonini beradi. Ishlash printsipti juda oddiy. Bir xil signallarni uzatish har xil yacheykalarda bitta chastotada amalga oshiriladi. Qo'shni yacheyka uzatkichlaridan uzatilayotgan, UE qabul qilgichiga tushgan signallar xuddi shunday ko'pnurlanishli tarqalishda kechikkan signaldan qabul qilinadi. Xuddi shunday, UE qabul qilgichida har xil yacheykalardan tushayotgan signallar energiyasi qo'shilishi mumkin va buning uchun qabul qilgichni qanaqadir murakkablashtirish talab qilinmaydi.

Agar UE yacheykalar o'rtasidagi chegarada bo'lsa, unda signallar o'rtasidagi nisbiy kechikish juda kam bo'ladi. Lekin agar UE bazaviy stantsiyalarning biriga yaqinlashib boshqasidan uzoqlashsa, signallar orasidagi kechikish katta bo'ladi. Ushbu holat uchun nimtashuvchilar orasidagi qadam 7,5 KGts bo'lgan va ancha uzun CP li uzatish rejimi MB-SFN mo'ljallab qo'yilgan. MB-SFN tarmoqlarida uzatish kanali parametrlarini aniqlash uchun tarmoqda ishlovchi barcha uzatkichlardan kelgan umumiy tayanch signallari ishlatiladi. MB-SFN uzatish sxemasiga qo'shimcha tarzda UE yacheykadan yacheykaga o'tishi operator ishtirokisiz avtomatik ravishda amalga oshiriladi. Turli yacheykalardan tushgan signal har xil sath va kechikishga ega bo'lishi mumkin, lekin qabul qilingan signal, ayni bir kanalli OFDM li uzatishdagidek taqsimlanadi.

LTE tizimida, yacheyka ichidagi foydalanuvchilar orasida, to'g'ri kanalda ham, teskari kanalda ham ortoganallik qo'llaniladi, nazariy jihatdan bitta yacheyka ichidagi uzatish kanallari orasida interferentsiya (intra-cell interference yuz bermaydi) yuz berishi mumkin emas. Spetral effektivlik jihatdan qaraganda va ma'lumotlar oqimining katta tezligiga erishish mumkinligini WCDMA/HSPA bilan solishtirganda cheklanishi yacheyka ichidagi interferentsiya (inter-cell interference) tufayli emas, balki qo'shni yacheykalar bilan interferentsiya tufayli, ayniqsa, yacheyka chekkasida bo'lgan foydalanuvchilar uchun sodir bo'lmoqda.

Demak, bunda yacheykalar orasidagi interferentsiyani kamaytirish yoki ularni boshqarish hisobiga LTE ning yacheyka chekkasidagi foydalanuvchi uchun xizmat ko`rsatish sifatiga to`g`ridan-to`g`ri bog`liq bo`lgan parametrlari (ma`lumot uzatish tezligi va boshqalar) ni potentsial darajada yaxshilash mumkin. Yacheykalar orasidagi interferentsiyaga qarshi kurashishning asosiy mexanizmlaridan biri teskari kanalda quvvatni boshqarishdir. U nafaqat ma`lum bir yacheykadagi qabul qilinayotgan signal darajasini boshqarish uchun, balki qo`shni yacheykalardagi interferentsiyani boshqarish uchun ham ishlatiladi.

Yacheykalar orasidagi interferentsiyani koordinatsiyalash – bu yacheykalar orasidagi interferentsiyani boshqarish uchun DL va UL da ishlatiladigan rejalashtirish strategiyasidir. Yacheyka chekkasidagi foydalanuvchilar uchun ma`lumot uzatish tezligini oshirishning oddiy usuli chastota polosasini qayta ishlatish imkonini beruvchi, ishlatilayotgan polosa kengligini statik cheklashdir. Bunday sxema signal/intermodulyatsion xalaqit munosabatini ishlatilayotgan chastota polosasi uchun yaxshilaydi. Biroq polosa kengligini kichraytirgandagi yo`qotish signalni kuchaytirish oqibatida kelib chiquvchi, effektivlikning umumiy pasayishiga olib keluvchi signal/intermodulyatsion xalaqitning ancha yuqori darajasiga mos keluvchi yutuqdan ko`ra ko`pdir.

Xuddi shunday, LTE standarti har xil yacheykalarining chegarlaridagi foydalanuvchilar spektrning komplementar qismiga tegishli chastotalarni ola olishi uchun qo`shni yacheykalarda chastotani rejalashtirish maqsadida yacheykalar orasidagi interferentsiyani koordinatsiya qilish uchun instrument kiritiladi. Statik sxemalardan chastotani qayta ishlatishning asosiy farqi LTE da barcha yacheykalarda butun spektrdan foydalanish imkoniyati mavjud.

Polosani cheklash faqat trafik va radiokanal holati talab qilganda qo`llaniladi. Bazaviy stantsiyalar orasida UL da yacheykalar orasida yordamchi koordinatsiyalash uchun LTE spetsifikatsiyasida ikkita quyidagi o`zaro almashuvchi indikator o`rnatilgan:

- interferentsiyaning yuqori sath indikator;
- ortiqcha yuklanish indikator.

III. BOB LTE RADIOTARMOQLARINI LOYIHALASHTIRISH

3.1. Radiotarmoqlarini loyihalashtirish jarayoni va energetik byudjet

Tarmoqlarni loyihalashtirishning ikkita asosiy usuli mavjud:

- maksimal qoplash yuzasini shakllantirish maqsadida;
- talab qilinayotgan sig`imni ta`minlash maqsadida.

Bu vazifalar ba`zan bir-biriga qarama-qarshi bo`lib qoladi. Masalan, abonentlar zichligi katta bo`lgan shahar sharoitida bazaviy stantsiya (BS) xizmat ko`rsatish xududi yuzasi bo`yicha maksimal imkoniyati juda kam, lekin o`tkazish qobiliyati bo`yicha optimallashtirilgan. Qishloq joylarda ko`proq buning aksi, abonentlar zichligi katta emas va bazaviy stantsiyalarning har biri maksimal territoriyani qoplashi uchun bir-biridan maksimal uzoqroq masofada o`rnatilishi kerak. Lekin boshqa hollarda tarmoq loyihasida uni xarakteristikalarini cheklovchi faktorlarni ko`rsatish uchun radioqoplash xududi ham, tarmoq sig`imi ham baholanadi.

Radioqoplash xududini tahlil qilish energetik byudjetni yoki liniyadagi ruxsat etiladigan maksimal yo`qotish (REMY) ni hisoblash bilan boshlanadi. Hisoblash tamoyili 3.1- rasmdan ko`rinadiki, REMY uzatkichning ekvivalent izotrop nurlanish quvvati (EINQ) va qabul qiluvchi bog`langan tomondagi kirishda aloqa kanalida barcha yo`qotishlarni hisobga olgan holda qabul qilgichda signalni normal holda demodulyatsiya qilishni ta`minlashi uchun zarur bo`lgan signalning minimal quvvati farqi orqali hisoblanadi.

2600 MGts chastota diapozonida, chastota va vaqt bo`yicha dupleks rejimida ishlovchi LTE tizimi uchun energetik byudjetni hisoblashga misollar ko`ramiz. Vaqt bo`yicha dupleks rejimdagi tizimlar uchun 1- va 2- kadrlar konfiguratsiyasi ikkita variantini, maxsus 7 – subkadrning formatini qarab chiqamiz.



3.1- rasm. Energetik byudjetni hisoblash pritsipi

Tizimli polosa barcha tizimlar uchun 20 MGts deb qaraladi, FDD holatida tizim polosasi yuqori liniya (UL) va past liniya (DL) uchun 10 MGts dan ikkita kanalga bo`linadi, TDD holatida esa butun 20 MGts polosa ham UL ga ham DL ga ishlatiladi.

BS ni qarab chiqadigan bo`lsak, har bir sektorning RCh-bloki ikkita qabul qilib uzatkich bilan ta`minlangan, uzatkichning chiqish quvvati 20 Vt (43 dBm). RCh-bloki bevosita antenna yaqiniga o`rnatiladi. Bazaviy stantsiya pastki liniyada kross-qutblashgan antennalar bilan MIMO 2x2 rejimida ishlaydi. Shu sababli energetik byudjet uya chekkasidagi, ya`ni past qiymatli signal/shovqin munosabati (SShM) signalni BS dan qabul qiluvchi abonent stantsiyasi (AS) uchun hisoblanadi, BS esa bu AS ga signalni yoyilib tarqalish rejimida uzatadi. Fazoda ikkita uzatkich signali quvvatini qo`shish hisobiga energetik yutuqqa (3 dB) erishish mumkin. AS sifatida USB-modemni qaraymiz, 3 - sinf EINH qiymati 23 dBm.

Energetik byudjet sezilarli darajada kadrlar UL va DL kadrlar uzunligi nisbatiga bog`liq. Agar FDD tizimida yuqori va pastki liniya uchun kadrlar konfiguratsiyasi bir xil: kadr o`z ichiga har biri 1 ms dan 10 ta subkadrlarni oladigan bo`lsa, u holda TDD tizimida yuqori va pastki liniya uchun assimetrik strukturadagi kadrlar ishlatiladi. Energetik byudjetni hisoblash natijalari 3.1-jadvalda keltirilgan.

O'rtacha shahar qurilishi sharoiti uchun energetik byudjet

	Parametrlar	FDD 10+10 MGts		TDD 20 MGts (1-kadr konfiguratsiyasi)		TDD 20 MGts (2-kadr konfiguratsiyasi)	
		DL	UL	DL	UL	DL	UL
	Antena tizimi	2x2	1x2	2x2	1x2	2x2	1x2
	Kadrlar uzunligi nisbati DL/UL	100%	100%	54%	42%	74%	23%
Uzatgich							
P_{TX}	Uzatkichning chiqish quvvati, dBm	43.0	23.0	43.0	23.0	43.0	23.0
G_{TXDIV}	Uzatkichlar quvvatini qo'shish yutug'i, dB	3.0	-	3.0	-	3.0	-
G_{TXA}	Antennaning kuchaytirish koeffitsienti, dB	18.0	0.0	18.0	0.0	18.0	0.0
L_{TXF}	Fider traktidagi yo'qotish, dB	0.4	-	0.4	-	0.4	-
P_{EIRP}	EINQ, dBm $P_{EIRP} = P_{TX} + G_{TXDIV} + G_{TXA} - L_{TXF}$	63.6	23.0	63.6	23.0	63.6	23.0
Qabul qilgich							
	Uya chekkasida ma'lumot uzatish tezligi, kbit/s	4210	128	4510	128	5910	128
N_{PRB}	Resurs bloklari soni	45	2	86	4	98	20
	Modulyatsiya va kodlashtirish sxemasi	6-QPSK	5-QPSK	6-QPSK	6-QPSK	5-QPSK	1-QPSK
	Kodlashtirish effektiv tezligi	0.45	0.28	0.46	0.38	0.38	0.14
P_n	Issiqlik shovqini quvvati, dBm	-104.4	-118.4	-101.4	-115.4	-101.4	-108.4
M_{SNR}	Talab qilingan SShM, dB	-0.24	0.61	-0.23	0.01	0.03	-4.35
I_n	Qabul qilgich shovqin koeffitsienti, dB	7.0	2.5	7.0	2.5	7.0	2.5
S_{RX}	Qabul qilgich sezgirligi, dBm $S_{RX} = P_n + M_{SNR} + L_n$	-97.6	-115.3	-94.6	-112.8	-94.3	-110.2
G_{RXA}	Antennaning kuchaytirish koeffitsienti, dBi	0.0	18.0	0.0	18.0	0.0	18.0
L_{RXF}	Fider traktidagi yo'qotish, dB	-	0.4	-	0.4	-	0.4
Boshqa zahira/yutuqlari							
M_{int}	Xalaqitlarga zahira, dB	8.51	3.8	8.53	3.8	10.65	3.8
M_{BUILD}	Binolarga kirishi uchun zahira, dB	17.0		17.0		17.0	

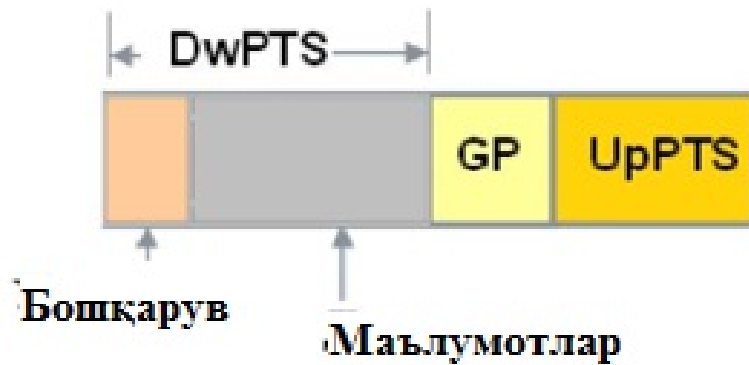
M_{SHADE}	Soyalanishga zahira, dB	8.7	8.7	8.7	8.7		
G_{HO}	Xendoverdan yutuq, dB	2.5	2.5	2.5	2.5		
Ruxsat etiladigan maksimal yo`qotish $L_{MAPL} = P_{EIRP} - S_{Rx} + G_{RxA} - L_{RxF} - M_{Build} - M_{Int} - M_{Shade} + G_{HO}$							
I_{mapl}	REMY, dB	129.5	128.9	126.5	126.5	124.2	123.9
O`rtacha shahar qurilish sharoitida uya radiusi							
D	Uya radiusi, km	0.53	0.45	0.45	0.38		
S_{BS}	Uch sektorli saytning qoplash yuzasi, kv. km, $S_{BS} = 9 \frac{\sqrt{3}}{4} d^2$	0.54	0.40	0.40	0.28		

3.2 - rasmda TDD tizimida har biri 1 ms dan bo`lgan 10 ta subkadrndan (subkadrilar gorizontalar bo`yicha nomerlangan) tuzilgan kadrning 7 ta (vertikal bo`yicha nomerlangan) konfiguratsiyasi ko`rsatilgan. "S" harfi quyidagi 3 ta maydonni o`z ichiga oluvchi maxsus subkadrilarni ifodalaydi, 3.3- rasmga qarang: DwPTS – pastki liniyaga boshqaruv axboroti va foydalanuvchi ma`lumotlarini uzatuvchi maydon; GP – pastki liniyadan yuqori liniyaga ulanish uchun himoya intervali; UpPTS – yuqori liniyaga asosiy ulanish kanalida boshqaruv axboroti yuborish uchun maydon. Shuni e`tiborga olish kerakki, maxsus subkadr foydalanuvchi axborotini faqat pastki liniyada tashish imkonini beradi.

0	DL	S	UL	UL	UL	DL	S	UL	UL	UL
1	DL	S	UL	UL	DL	DL	S	UL	UL	DL
2	DL	S	UL	DL	DL	DL	S	UL	DL	DL
3	DL	S	UL	UL	UL	DL	DL	DL	DL	DL
4	DL	S	UL	UL	DL	DL	DL	DL	DL	DL
5	DL	S	UL	DL	DL	DL	DL	DL	DL	DL
6	DL	S	UL	UL	UL	DL	S	UL	UL	DL
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

3.2 – rasm. TDD tizimidagi kadrilar konfiguratsiyasi

Ko`rilayotgan misollarda TDD quyidagi maydonlardan tashkil topgan 7 formatli maxsus subkadrni ishlatadi: DwPTS – 10 ta OFDM simvollari, GP – 2 ta OFDM simvolari, UpPTS – 2 ta OFDM simvollari.



3.3 – rasm. Maxsus subkadr strukturasi

MCS sxemalari bilan adaptiv boʻlgan tizimlarda aloqaning olisligi uya chekkasidagi foydalanuvchilar uchun kafolatlangan maʼlumot uzatish tezligiga bogʻliq. Keltirilgan misollarda yuqori liniyada uya chekkasidagi foydalanuvchilar uchun kafolatlangan maʼlumot uzatish tezligi 128 kbit/s. Dupleks turi va UL/DL kadrlar uzunligi nisbatiga bogʻliq holda, bu maʼlumotlar oqimini tashish uchun resurs blok (1 resurs blok = 180kGts x 1 ms) lari har xil miqdorini ajratish talab qilinadi. Resurs bloklari optimal soni N_{PRB} ni tanlov va MCS sxemasi SShM M_{SNR} ni minimallashtirib berilgan xizmat koʻrsatish sifatiga mos holda kanal darajasida modellashtirish natijalari boʻyicha amalga oshiriladi.

3.1 – jadvalda koʻrsatilgan M_{SNR} qiymati kanalning “Enhanced Pedestrian A 5” modeli uchun olingan.

Xalaqitlarga zahira M_{Int} qoʻshni yacheykalardagi yuklamaga bogʻliq holda tizim darajasida modellashtirish natijalari boʻyicha aniqlanadi. 3.1 – jadvalda koʻrsatilgan M_{Int} ning qiymati qoʻshni uyalardagi nagruzkaning

90% iga mos keladi.

Binoda aloqani taʼminlash uchun radiotoʻlqin binoga kirishi uchun qoʻshimcha energetik byudjet zahirasi M_{Ind} ni qoʻshish kerak. 2600 MGts chastota diapazoni uchun oqib kirishga zahiraning quyidagi namunaviy qiymatlarini ishlatish mumkin:

- 22 dB zich shahardagi qurilish sharoitida;
- 17 dB oʻrtacha shahardagi qurilish sharoitida;
- 12 dB siyrak shahardagi qurilish sharoitida (shahardan tashqarida);

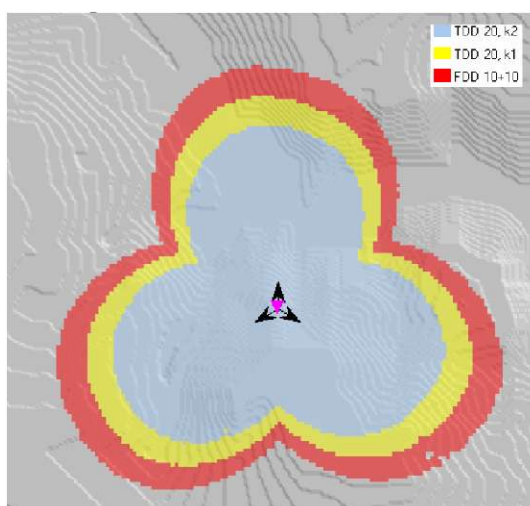
- 8 dB qishloq joylarda (ochiq joylarda avtomobilda).

Qo`shni uyalar radioqoplash xududi qaytadan joriy uya yuzasini qoplagani sababli, xizmat ko`rsatuvchi uyada kuchli so`nish yuz berganda AS eng yaxshi qabul qilish xarakteristikali uyaga xendoverni amalga oshirishi mumkin. Bu effekt xendoverdan bo`ladigan yutuq G_{HO} sifatida izohlanishi mumkin.

REMY ning UL va DL uchun olingan ikkita qiymatidan keyinchalik uya radiusini hisoblash uchun minimali tanlanadi. Aloqa olisligini cheklovchi liniya yuqori liniyadir. 3.1 – jadvalga e`tibor qarating, ruxsat etiladigan maksimal yo`qotish yuqori va pastki liniyalarda deyarli bir xil faqatgina 1 dB ga farq qiladi. Ushbu misollarda yuqori liniya uzatish tezligi belgilab qo`yilgan, pastki liniyada esa har bir holat uchun tezlik shuday to`g`rilanganki, bunda ruxsat etiladigan maksimal yo`qotish ikkala liniya uchun balanslashtirilgan.

3.1 – jadvalda o`rtacha shahar qurilish sharoitida yuqori liniya uchun liniyani eng kichik REMY bilan cheklovidagi uya radiuslari ko`rsatilgan. Bu holatda aloqani olisligini hisoblash uchun radioto`lqinlarning tarqalish modeli COST231-Hata dan foydalaniladi, BS antennasi balandligi 30 metr ga teng.

Yuqori liniyada bitta kafolatlangan ma`lumotlar uzatish tezligida eng yaxshi radioqoplash tizimi FDD dir.



3.4 – rasm. Uch sektorli bazaviy stantsiyada FDD va TDD radioqoplash xududini solishtirish

Ushbu qarab chiqilgan uchta tizimda bitta oqimni har biridan alohida uzatish uchun yuqori liniyada har xil sondagi chastota resurslarini (teskari yo`nalishda

kadr davomiyligiga bog`liq holda) ajratishga to`g`ri keladi, yuqori liniyada kadr davomiyligi farq qiladi: FDD da 10 ms; TDD, 1 kadr konfiguratsiyasida 4 ms; TDD, 2 kadr konfiguratsiyasida 2ms. Foydalanuvchiga qancha ko`p chastota resursi ajratilsa, qabul qilgich kirish zanjirida shuncha kuchli issiqlik shovqini bo`ladi va uning sezgirligi yomonlashadi.

Biroq, qaralayotgan hollarda TDD tizimlarida FDD tizimlariga qaraganda DL va UL kadrlari asimmetriyasi tufayli pastki liniyaga ancha yuqori o`tkazish qobiliyatini kafolatlaydi (3.1– jadvalga qarang).

3.2. Tarmoq sig`imini baholash

Tarmoq sig`imi yoki o`tkazish qobiliyati ma`lum sharoitlarda uya spektral effektivligi o`rtacha qiymatlari asosida baholanadi.

3.2 – jadvalda makrotarmoqda LTE FDD uyasi spektral effektivligi o`rtacha qiymati ikki holat uchun keltirilgan: 3GPP tomonidan spetsifikatsiyalangan 1 stsenariy (saytlar orasidagi masofa 500 m), va 3 stsenariy (saytlar orasidagi masofa 1732 m). Ikkala holatda ham 2 GGts chastota diapozoni, 10 MGts (dupleksda 10 + 10 MGts) kanal polosasi uchun, binoga kirishdagi yo`qotish 20 dB bo`lganda, uyada o`rtacha 10 aktiv foydalanuvchi bo`lganda xarakteristikalar baholanadi.

3.2 – jadval

Makrotarmoqda o`rtacha spektral effektivlik

Liniya	MIMO sxemasi	O`rtacha spektral effektivlik (bit/s/Gts)	
		1 stsenariy	3 stsenariy
UL	1 x 2	0,735	0,681
	1 x 4	1,103	1,038
DL	2 x 2	1,69	1,56
	4 x 2	1,87	1,85
	4 x 4	2,67	2,41

Yuqoridagi hisob kitoblarda olingan uya o`lchami bo`yicha eng yaqin bo`lgan 1 stsenariy (uyalar orasidagi masofa 500 m) uchun spektral effektivlik qiymatlaridan foydalanib, tarmoqning uchta konfiguratsiyasi uchun o`tkazish qobiliyatini hisoblashga misol keltiramiz.

FDD tizimi uchun kanal kengligini spektral effektivlikka ko'paytirib uyaning o'rtacha o'tkazish qobiliyatini olish mumkin.

TDD tizimi uchun spektral effektivlikni FDD tizimidagi qiymatiga o'xshash olish mumkin, lekin o'tkazish qobiliyatini hisoblashda yuqori va pastki liniya uchun kadr uzunliklari hissasini hisobga olish kerak. Masalan, kadrning 1 – konfiguratsiyasida pastki liniya uchun uyaning o'rtacha o'tkazish qobiliyatini hisoblaymiz:

$$R_{TDD} = S_{FDDaverage} * W * T_{\%} = 1,69 \cdot 20000 \cdot 0,54 = 18,25 \text{ Mbit/s,}$$

bu erda, $S_{FDDaverage}$ – o'rtacha spektral effektivlik,
 W – kanal kengligi,
 $T_{\%}$ - yuqori va pastki liniyalar uchun kadr davomiyligi ulushi.

Uch sektorli bazaviy stantsiya o'tkazish qobiliyati hisobi 3.3 – jadvalda keltirilgan.

3.3 – jadval

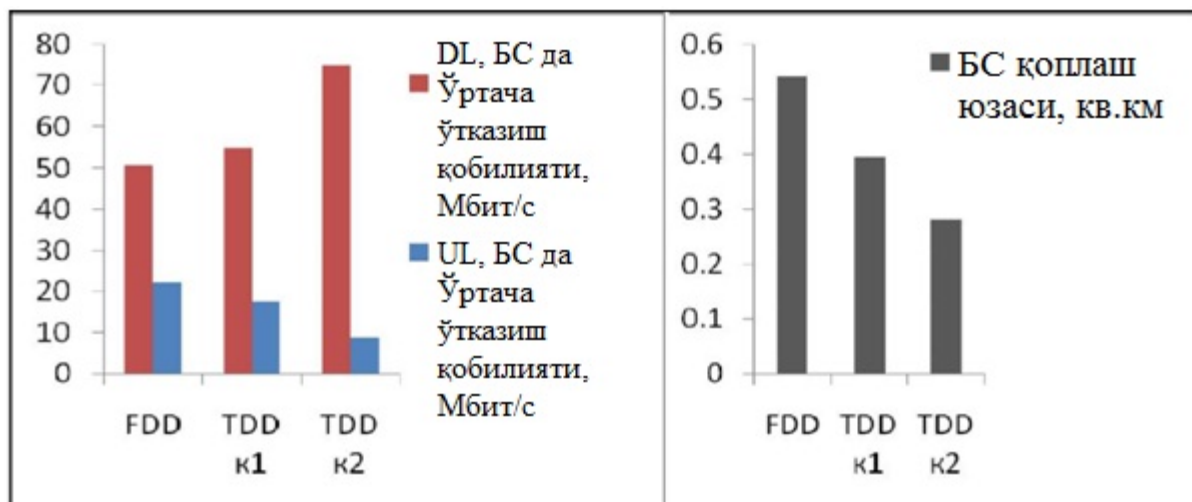
Uch sektorli BS o'rtacha o'tkazish qobiliyati

Konfiguratsiya sistemi	FDD 10+10 MGts		TDD 20 MGts (1 kadr konfiguratsiyasi)		TDD 20 MGts (2 kadr konfiguratsiyasi)	
	DL	UL	DL	UL	DL	UL
Liniya						
Kadrlar davomiyligi nisbati	100%	100%	54%	42%	74%	23%
Spektral effektivlik, bit/s/Gts	1,69	0,735	1,69	0,735	1,69	0,735
Uyani o'rtacha o'tkazish qobiliyati, Mbit/s	16,9	7,35	18,25	6,32	25,01	3,38
BS o'rtacha o'tkazish qobiliyati, Mbit/s	50,7	22,05	54,75	18,96	75,04	10,14

Dupleks turlari

3.5 – rasmdagi diagramma bo'yicha yuqorida qarab chiqilgan LTE tizimi 3 ta konfiguratsiyasi uchun (3.1 – jadval va 3.3 – jadvallardagi ma'lumotlar bo'yicha) o'rtacha o'tkazish qobiliyati va uch sektorli saytning qoplash yuzasini solishtirish

mumkin. Agar pastki liniyadagi oʻtkazish qobiliyati FDD va 1 kadr konfiguratsiyali TDD tizimlarida pastki liniyadagi oʻtkazish qobiliyati deyarli bir xil boʻlsa, u holda radioqoplash farqli boʻlishi aniq.



3.5 – rasm. LTE tizimi har xil konfiguratsiyalarida uchun oʻrtacha oʻtkazish qobiliyati va uch sektorli BS ning qoplash yuzasini solishtirish

LTE tizimi konfiguratsiyasi boʻyicha universal retsept mavjud emas. Agar dupleks turini operatorida spektr jufligi bor yoki yoʻqligi bilan aniqlansa, u holda TDD kadr konfiguratsiyasi tanloviga ham radioqoplashga, ham oʻtkazish qobiliyatiga boʻlgan talablar taʼsir qilishi mumkin.

TDD kadrda qancha katta asimmetriya va pastki liniyada kadr davomiyligi qancha katta boʻlsa, afsuski radioqoplash yuzasi cheklanishi shuncha katta boʻladi.

Aloqa operatorlariga tarmoq rivojlanishi boshlangʻich bosqichida trafik oz boʻlganda 1 kadr konfiguratsiyasini ishlatishni va qoplashni koʻchalarga yoʻnaltirish (binolarda yoki avtomobillarda xizmatdan faqat deraza oynasi orqali foydalanish) ni, keyinchalik trafik oshganda va saytlar zichlashganda boshqa katta asimmetriyali kadr konfiguratsiyasiga oʻtishni maslahat berish mumkin.

3.3 LTE tarmoqlarini loyihalashtirishda ajratiladigan chastota diapazonlari

3 ta qaralgan tizim konfiguratsiyasi uchun 2600 MGts chastota diapazonida yuzasi 880 kv. km. boʻlgan megapolislarga xizmat koʻrsatish uchun talab qilingan uch sektorli saytlar sonini hisoblaymiz. 3.4 – jadvalda hisoblashlar natijalari,

hamda radioto`lqin tarqalish sharoitini aniqlovchi qurilish/joylarni sinflarini taqsimlanishi keltirilgan.

3.4 – jadval

Megapolisga xizmat ko`rsatish uchun 2600 MGts chastota diapazonida

BS lar soni hisobi

Joylar sinflari	Zich qurilish	O`rtacha qurilish	Siyrak qurilish	Ochiq joylar, parklar	Umumiy
Joylar foizlarda	20%	45%	15%	20%	100%
Sinflar bo`yicha shahar yuzasi, kv. km	176	396	132	176	880
Binoga oqib kirishdagi yo`qotish	20	17	12	8	
FDD 10+10 MGts					
REMY, dB	123.9	128.9	133.9	137.9	
Uya radiusi, km	0.31	0.53	1.32	4.00	
Saytlar soni	926	732	39	6	1703
TDD 20 MGts (1 kadr konfiguratsiyasida)					
REMY, dB	121.5	126.5	131.5	135.5	
Uya radiusi, km	0.27	0.45	1.12	3.41	
Saytlar soni	1268	1002	54	8	2332
TDD 20 MGts (2 kadr konfiguratsiyasida)					
REMY, dB	118.9	123.9	128.9	132.9	
Uya radiusi, km	0.23	0.38	0.95	2.9	
Saytlar soni	1781	1408	75	11	3275

Olingan natijalardagi bazaviy stantsiyalar soni mutaxasis bo`lmaganlarda ham taasurot qoldirishi kerak. Tajribalar shuni ko`rsatadiki, yuzasi shunga yaqin bo`lgan shahar mobil aloqa operatorida BS li 1500 - 2000 maydon bor. Saytlar soni bo`yicha cheklanishi nafaqat mobil aloqa kompaniyalarining moliyaviy imkoniyatlari bo`yicha, balki BS larni o`rnatish uchun ma`qul joyning yo`qligi bo`yicha ham kelib chiqadi.

Endi LTE tarmoqlarida FDD da 800 MGts chastota diapazonida bazaviy stantsiyalar sonini baholashga kirishamiz (3.5 – jadvalga qarang).

Energetik byudjet 2600 MGts chastota diapazonidagidek hisoblanadi. 800 MGts chastota diapazoni uchun farq BS antenasidagi kichik kuchaytirish

koefitsienti(18 dB o`rniga 15 dB) va binoga oqib kirishda kichik yo`qotish (o`rtacha 3 dB kam) hisoblanadi.

3.5 – jadval

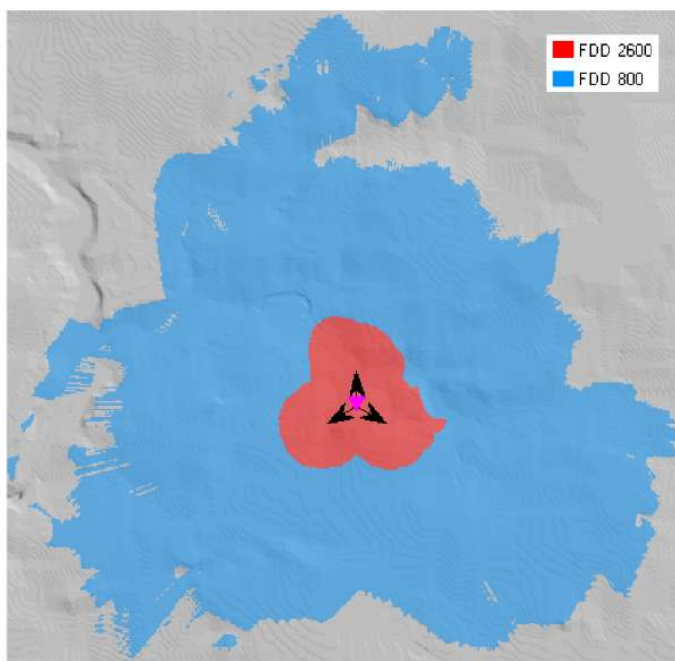
Megapolisga xizmat ko`rsatish uchun 800 MGts chastota diapazonida

BS lar soni hisobi

Joylar sinflari	Zich qurilish	O`rtacha qurilish	Siyraq qurilish	Ochiq joylar, parklar	Umu miy
Sinflar bo`yicha shahar yuzasi, kv. km	176	396	132	176	880
REMY, dB	123.9	128.9	133.9	137.9	
Uya radiusi, km	0.93	1.56	3.91	11.87	
Saytlar soni	106	84	5	1	196

800 MGts past chastota diapazonida radioto`lqinlarni tarqalishining yaxshi xususiyati sababli sayt yuzasi 2600 MGts chastota diapazoniga solishtirganda taxminan ikki marta oshadi, shunga mos holda 800 MGts chastota diapazonini ishlatganda xuddi shunday territoriyani qoplashi uchun ikki marta kam sayt talab qilinadi.

Agar tarmoq faqat past chastota diapazonida qurilsa, u holda abonentlar zichligi yuqori bo`lganda talab qilingan sig`imga erishish uchun saytlarni bir – biriga yaqin qilib o`rnatishga to`g`ri keladi. Saytlarni juda zich joylashtirish ularning radioqoplash xududlari qaytadan qoplanishiga olib keladi (chastotani qayta ishlatish koefitsienti 1 ga teng bo`lgan LTE tarmog`i uchun bu juda tanqidli holatdir), tizimdagi ichki xalaqit kuchayadi, va o`tkazish qobiliyati yomonlashadi.



3.6 – rasm. 2600 MGts va 800 MGts chastota diapozonlarida uch sektorli BS radioqoplash xududlarini solishtirish

Va aksincha, agar faqat yuqori chastota diapazonida ishlasa, u holda radioqoplash bilan bog`liq iloji yo`q muammolar yuzaga keladi.

Ierarxik tarmoqlar g`oyasi hali yangi emas. Qoplash xududi va tarmoq sig`imi orasida balansga erishish uchun yuqori va past chastota diapazonida ishlovchi ikkitadan kam bo`lmagan ierarxik sathlardan foydalanish maqsadga muvofiq, bunda har xil sathlarda turli radiotexnologiyalar ishlatish mumkin.

HAYOT FAOLIYATI XAVFSIZLIGI

Favqulodda holatlarda xavfsizlikni ta'minlashning tashkiliy huquqiy aspektlari

Zamonaviy ijtimoiy-ekologik sharoit favqulodda holatlarning ekologik natijalari keskinlashuvining aniq va barqaror obektiv tendentsiyalarning mavjudligini xarakterlaydi. Asosiy ekologik talofat manbalari avariya va katastroflardir. Bularga har xil tabiat hodisalari, jumladan suv toshqini, uraganlar, tayfunlar, to'lqinlar, to'fonlar, quyunlar, girdoblar, kuchli va uzoq yog`adigan yomg`irlar, zil – zilalar, qirg`oqlarning o`pirilishi, tog`dagi qor ko`chkilari va boshqalar. Avariya va katastroflardan tashqari atrof muhitga har xil ifloslantiruvchi kimyoviy, radioaktiv, biologik narsa va materiallar tashlash oqibatida ekologiya buzilishiga olib keluvchi faktorlar yuzaga kelmoqda.

Respublikada ro`y berishi mumkin bo`lgan ofatlar, avariya va falokatlardan xulosa qilgan holda Vazirlar Mahkamasining 27.10.98 kuni № 455 sonli "Favqulotdagi vaziyatlarning tasnifi va ularga xarakteristika" qarorida bo`yicha quyidagi vaziyatlarni aniqladi:

Favqulodda vaziyatlar - bu insonlar qurbon bo`lishiga, sog`ligiga yoki atrof muhit zararlanishiga, moddiy zarar ko`rishiga, hamda odamlar hayot faoliyatining buzilishiga sabab bo`lishi mumkin bo`lgan falokatlar, ofatlar yoki favqulodda vaziyatlar natijasida ma`lum hududda sodir bo`lgan voqealar.

Ma`lumki, fuqarolar muhofazasi umumxalq mudofaa ishlaridan biri hisoblanadi. Hamma fuqarolar fuqaro muhofazasi masalalarini hal qilishda juda faol ishtirok etishlarini taqozo etadi. Shuning uchun ham fuqarolarning fuqaro muhofazasi sohasidagi xuquqlari va burchlari O`zbekiston Respublikasining «Fuqaro muhofazasi to`g`risida»gi (2000 y.) Qonunining 13 va 14 - moddalarida aniq ko`rsatib o`tilgan.

Fuqarolarning fuqaro muhofazasi sohasidagi xuquqlari quyidagilardan iborat:

- a) o`z hayoti, sog`lig`i va mol-mulki harbiy harakatlardan muhofazalanishi;
- b) umumiy va yakka muhofazalanish vositalaridan tekin foydalanish;
- v) harbiy harakatlardan kechayotgan joylarda o`zlari yo`liqishlari mumkin bo`lgan xavf darajasi va zarur xavfsizlik choralari ta`risida axborot olish;

g) harbiy harakatlardan jabrlanganlarga ularning hayot faoliyatini ta'minlash uchun sharoitlar yaratiladi, tibbiy, moddiy-moliyaviy va boshqa xil yordam ko'rsatiladi.

Fuqarolarning fuqaro muhofazasi sohasidagi majburiyatlari quyidagilardan iborat:

- fuqaro muhofazasi sohasidagi barcha qonun hujjatlariga rioya qilishlari;
- fuqaro muhofazasi tadbirlarini bajarishda ishtirok etishlari va tegishli tayyorgarlikdan o'tishlari;
- fuqaro muhofazasi signallarini, umumiy va yakka muhofazalanish vositalaridan foydalanish qoidalarini bilishlari;
- jabrlanganlarga dastlabki tibbiy va boshqa xil yordam ko'rsatishni bilishlari;
- davlat organlariga, shuningdek tashkilotlarga fuqaro muhofazasi sohasidagi vazifalarni hal etishda ko'maklashishlari;
- fuqaro muhofazasi ob'ektlari va mol-mulkini asray bilishlari shart.

Yuqoridagi majburiyatlarni to'liq bajarilishi fuqarolar muhofazasi tizimini mustahkamlanishini, jumladan davlatning mudofaa qudratini oshirishni ta'minlaydi.

Fuqaro muhofazasining xalq xo'jaligi tarmoqlarida tashkiliy tuzilishi

Fuqaro muhofazasining maxsus tadbirlarining bajarilishini ta'minlash hamda ushbu maqsadlarda kuch va vositalarni tayyorlash uchun respublika, viloyat, tuman, shahar, shuningdek ob'ekt miqyosidagi fuqaro muhofazasi xizmatlari tashkil etiladi.

Fuqaro muhofazasi xizmatlarining turlari O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi tomonidan tasdiqlanadi.

Fuqaro muhofazasi kuchlari fuqaro muhofazasi qo'shinlari, tizimlaridan tarkib topadi.

Fuqaro muhofazasi kuchlari va vositalarining tarkibi, ularning tarkibiy tuzilishi, shuningdek muhofaza turlari faoliyatining boshqa jihatlari O'zbekiston Respublikasi fuqaro muhofazasi boshlig'i tomonidan belgilab qo'yiladi.

Fuqaro muhofazasi vazifalarini hal etishda FVV kuchlaridan tashqari

O`zbekiston Respublikasi qurolli kuchlarining qutqaruv tizimlari, qismlari ham jalb etilishi mumkin.

Favqulodda vaziyatlar vazirligi fuqaro muhofazasining qo`shinlari O`zbekiston Respublikasi fuqaro muhofazasi kuchlarining asosini tashkil etadi.

Fuqaro muhofazasi qo`shinlarining harbiy davrdagi asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:

a) zararlanish o`choqlarida va zaharlanish zonalarida muhandislik, radiatsiyaviy, kimyoviy va boshqa qidiruv turlarini olib borish;

b) qutqaruv va boshqa kechiktirib bo`lmaydigan ishlarni amalga oshirish;

v) aholini va xalq xo`jaligi ob`ektlarini evakuatsiya qilishda ishtirok etish;

g) aholi hayot faoliyatini ta`minlash, ob`ektlarni tiklash ishlarini amalga oshirishda ishtirok etish hamda fuqaro muhofazasining boshqa vazifalarini bajarishdan iborat.

Fuqarolar muhofazasi tizimlari qutqaruv va boshqa kechiktirib bo`lmaydigan tiklov ishlarini (QBTI) amalga oshirish uchun hududiy-ishlab chiqarish tamoyillariga ko`ra tashkil etiladi.

Fuqaro muhofazasi tizimlari bo`ysunishiga ko`ra - hududiy (viloyatlar, tumanlar va shaharlar miqyosida) hamda ob`ekt (xalq xo`jaligi ob`ektlaridagi) tizimlariga bo`linadi.

Ob`ekt fuqarolar muhofazasining boshlig`i etib o`sha korxonaning yoki tashkilotning boshlig`i tayinlanadi.

Fuqarolar muhofazasi yana belgilangan vazifasiga ko`ra - umummaqsadli hamda xizmatli tizimlarga bo`linadi. Umummaqsadli tizimlar zararlangan o`choqlarda qutqaruv ishlarini olib boradilar. Xizmatli tizimlar esa maxsus tadbirlarni bajaruvchi xizmatlar - qidiruv ishlarini olib borish, tibbiy yordam ko`rsatish, yong`inlarning tarqalishiga yo`l qo`ymaslik va ularni o`chirish, jamoat tartibini saqlash, insonlar salomatligini tiklash, razvedka qutqazish, avariya va texnikalarni tiklash, himoya inshootlarida xizmat ko`rsatish va boshqa maxsus vazifalarni bajaruvchi tizimlariga bo`linadi (4.1-4.2 jadvallar).

Fuqarolar muhofazasi tizimlariga O`zbekiston Respublikasi fuqarolari: 18

yoshdan 60 yoshgacha bo`lgan erkaklar, 18 yoshdan 55 yoshgacha bo`lgan ayollar qabul qilinadi, safarbarlik ko`rsatmasiga ega bo`lgan harbiy xizmatga mansublar, 1, 2, 3- guruh nogironlari, homilador ayollar, 8 yoshga to`lmagan bolalari bor ayollar, ayni paytda 3 yoshga to`lmagan bolalari bor o`rta yoki oliy tibbiy ma`lumotli ayollar bundan mustasno.

Yuqorida ta`kidlab o`tilgan favqulodda vaziyatlarning oldini olish va bunday hollarda harakatlarni boshqarishning davlat tizimini tashkil etish va uning faoliyatini ta`minlash maqsadida «O`zbekiston Respublikasi favqulodda vaziyatlarda ularni oldini olish va harakat qilish davlat tizimi to`g`risida»gi O`zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 558-sonli (1998 y.) qarori qabul qilindi.

Ushbu qaror O`zbekiston Respublikasi favqulodda vaziyatlarda ularning oldini olish va harakat qilish davlat tizimi (FVDT)ning asosiy vazifalarini, uning tashkil etilishini, tarkibini va faoliyat ko`rsatish tartibini belgilab beradi.

FVDTning asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:

- tinchlik va harbiy davrda aholi va hududlarni favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilish sohasida huquqiy va iqtisodiy me`yoriy hujjatlari yagona konsentratsiyasini belgilash, ishlab chiqish va uni amalga oshirish;

- respublika hududidagi mumkin bo`lgan texnogen va tabiiy favqulodda vaziyatlarni ifodalash, bashoratlash, ularning oqibatlarini baholash;

- favqulodda vaziyatlarning oldini olish, odamlar xavfsizligini ta`minlashga, xavfli texnologiyalar va boshqa ishlab chiqarishlarning barqarorligini ta`minlashga qaratilgan ilmiy-texnik dasturlarini ishlab chiqarish va amalga oshirish;

- boshqaruv organlari va tizimlarining favqulodda vaziyatlarning oldini olish va ularni bartaraf etish uchun mo`ljalgan kuch va vositalarning doimiy tayyorligini ta`minlash;

- aholini, boshqaruv organlari boshliqlarini, FVDT kuch va vositalarini favqulodda vaziyatlarda harakat qilishga tayyorlash;

- favqulodda vaziyatlarni bartaraf etish uchun moliyaviy va moddiy resurslar

zahiralarini yaratish;

- favqulodda vaziyatlarni bartaraf etish. Favqulodda vaziyatlardan zarar ko`rgan aholini ijtimoiy himoya qilishga oid tadbirlarni amalga oshirish;

- favqulodda vaziyatlarda aholini muhofaza qilish sohasida, shu jumladan ularni tugatishda bevosita qatnashgan shaxslarning huquq va majburiyatlarini amalga oshirish;

- aholi va hududlarni favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilish sohasida halqaro hamkorlik qilish;

FVDT hududiy va funksional quyi tizimlardan iborat bo`lib, u respublika, mahalliy va ob`ektlar miqyosi darajasida bo`ladi.

FVDTning hududiy quyi tizimlari o`z ma`muriy hududlari doirasida favqulodda vaziyatlarning oldini olish va ularni bartaraf etish uchun Qoraqalpog`iston Respublikasi, viloyatlar va Toshkent shahrida tuziladi, hamda tegishli ravishda tumanlar, shaharlar, qishloqlar va ovullar miqyosidagi tashkil topadi.

FVDT hududiy quyi tizimlarining vazifalari, ularni tashkil etish, kuch va vositalari tarkibi, faoliyat ko`rsatish tartibi mahalliy geofizik va tabiiy, iqlim sharoitlarini, kuchli xavfli ob`ektlarning mavjudligini hisobga olib belgilanadi hamda FVV bilan kelishilgan holda Qoraqalpog`iston Respublikasi Vazirlar Kengashining Raisi, viloyatlar va Toshkent shahar hokimlari tomonidan tasdiqlanadi.

FVDTning funksional quyi tizimlari vazirliklar, davlat qo`mitalari, korporatsiyalar, kontsernlar, uyushmalar va kompaniyalarda atrof muhitni, kuchli xavfli ob`ektlar holatini kuzatish va nazorat qilishni amalga oshirish, shuningdek ularga qarash ob`ektlarda o`zlarning ishlab chiqarish faoliyati bilan bog`liq favqulodda vaziyatlarning oldini olish hamda bartaraf etish uchun tashkil etiladi.

FVDT rahbar organlariga aholi va hududlarni favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilish masalalarini hal etish vakolatiga davlat boshqaruvi, mahalliy xokimiyat organlari va ob`ektlar ma`muriyatidir, jumladan respublika darajasida O`zbekiston Respublikasi favqulodda vaziyatlar vazirligi, xavfli ob`ektlar holatini

kuzatishni nazorat qilish uchun, vazirliklar, idoralar, mahalliy miqyosida hududiy hokimliklar, ob`ektlar miqyosida korxonalarining ma`muriyati mutasaddi hisoblanadi.

Respublika darajasidagi FVDT boshqaruv organlarining asosiy vazifasi quyidagilardan iborat:

- tabiiy favqulodda vaziyatlar oqibatlarini imkoni boricha pasaytiruvchi chora-tadbirlarni ishlab chiqish va amalga oshirishga rahbarlik qilish, FV sharoitida xalq- xo`jalik tarmoqlarining barqaror faoliyat ko`rsatishlarini ta`minlash;

- aholi va hududlarni FVlardan muhofaza qilish sohasida Respublika maqsadli va ilmiy-texnik dasturlarni ishlab chiqishda qatnashish;

- respublika markazlashtirilgan xabar berish tizimini yaratish va uni doimiy tayyor holda saqlash;

- atrof-muhit hamda kuchli xavfli ob`ektlarning holatini kuzatish va nazorat qilish tizimini tashkil etish, FVlarni bashoratlash;

- boshqaruv organlari, FVDT kuchlari va vositalarining FVlarda harakat qilishga tayyorgarligini ta`minlash;

- avariya-qutqaruv va boshqa kechiktirib bo`lmaydigan ishlarni, shu jumladan, evakuatsiya ishlarini o`tkazishga oid tadbirlarning bajarilishini ta`minlash, zarar ko`rgan aholi uchun hayot sharoitini yaratish;

- favqulodda vaziyatlarni bartaraf etish uchun Respublika moliyaviy va moddiy resurslar zahirasi yaratish;

- FVlardan zarar ko`rgan aholini ijtimoiy muhofaza qilishga oid tadbirlarni amalga oshirishda qatnashish;

favqulodda vaziyatlarda idoraga qarashli ob`ektlarning rahbarlari tarkibi, kuch va vositalarini, shuningdek xodimlarini tayyorlashni muvofiqlashtirish va boshqa omillarni bajarish.

Karor bo`yicha Favqulodda vaziyatlarlar:

Tabiiy tusda;

Texnogen tusda;

Ekologik tusda bular ekan.

1. Tabiiy tusdagi Favqulodda vaziyatlarlar:

a) zilzila, er kuchishi va er o`pirilishi;

b) gidrometrologik: suv toshishi yoki bosishi, sel, qor ko`chkisi, kuchli shamollar, dovullar, jala, yomg`ir.

2. Texnogen tusdagi Favqulodda vaziyatlar:

a) transportdagi halokat va falokatlar;

b) xafli ximiyaviy ob`ektlardagi K.T.E.Z.Mlar bilan ro`y beradigan avariyaalar;

v) xavfli portlaydigan va yong`in chiqaradigan ob`ektlardagi favqulodda vaziyatlar.

g) quvirlararo energetika va kommunikatsiyalarda uchraydigan favqulodda vaziyatlarlar;

d) bino inshootlarning qulab tushishi (metro);

e) Radiaktiv manbalardaga avariyaalar. (Ulug`bek - yadro reaktori).

Bundan tashqari Respublikada 1642 ta radiaktiv manbalar bor.

yo) gidrotexnik inshootlardagi halokatlar.

3. Ekologik tusdagi favqulodda vaziyatlarlar

a) quruqlikning (tuproq, er ostining) holati o`zgarishiga bog`liq vaziyatlar:

-foydali qazilmalar qazib chiqarish va odamning boshqa faoliyati sababli er osti navlanishi natijasida sodir bo`lgan halokatli er cho`kislari, ko`chkilar, er satxi o`pirishlari, tuproq va er ostining sanoat ishlab chiqarishi toksikantlaridan, og`ir metallar, neft` mahsulotlaridan pestitsidlardan va boshqa zaharli dorilardan ifloslanishi;

b) Atmosfera (havo muhitni) tarkibi va xususiyati o`zgarishiga bog`liq vaziyatlar:

- quyidagi ingredientlardan havo muhitning ekstremal yuqori darajada ifloslanishi;

- ko`p miqdorda kislota yig`ilishi va kislotali juda keng zonalar hosil bo`lishi;

- radiatsiyaning yuqori darajasi.

v) Gidrosfera holati O`zgarishiga bog`liq vaziyatlar:

- sanoat ishlab chiqarishi chiqindilardan -neft` mahsulotlaridan, og`ir metallari bor chiqindilardan, turli zaharli dori va boshqalardan er sathining va er osti suvlarining ekstremal ko`p darajada ifloslanishi:

- er osti suvlarining sathi ko`tarilishi-bu imoratlar, muxandislik kommunikatsiyalar va turar joy binolarning vayronligiga olib kelishi mumkinligiga yoki olib kelganligi.

I - kategoriya tabiiy ofatlarga tuman (shahar)ning ma`muriy chegarasidan ham katta bo`lgan hududni qamrab oladigan va halk xo`jaligiga moddiy zarar keltiradigan zilzilalar, suv toshqinlari, bo`ronlar, sellar va yonganlar kiradi.

II - kategoriya tabiiy ofatlarga tuman (shahar) ning ma`muriy chegarasini egallagan va halk xo`jaligiga moddiy zarar keltiradigan tabiiy ofatlar kiradi.

I - kategoriya avariyalarga ishlab chiqarishning katta moddiy zarar bilan birga to`la yoki qisman to`xtashiga olib keluvchi avariya va halokatlar kiradi.

- kategoriya avariyalarga kiruvchi avariylarning natijasida K.T.E.Z.M lar ishlatiladigan ob`ektlarda avariya hollari sodir bo`lganda, ob`ekt atrof - muhitga K.T.E.Z.M elementlari tarqaladi.

Shuning bilan birga bu kategoriyaga temir yullarida bo`ladigan avariylar kiradi.

Yong`inlar. Respublika hududida 200 dan ortiq xavfli portlaydigan ob`ektlar, shuningdek, tezda ot olib ketuvchi materiallari bo`lgan ob`ektlarning juda ko`p miqdori joylashgan.

O`zbekiston Respublikasida ko`p miqdorda ximiyaviy korxonalar ish yuritadi, shulardan 19 tasi K.T.E.Z.M. bilan ish olib boradi va ularning 6 tasi ximiyaviy xavfli shaharlardir. (Samarqand, Chirchiq, Farg`ona, Navoiy, Angren, Olmaliq). Yuqorida keltirilgan O`zbekistondagi ob`ektlarda avariya holati yuz bersa, Respublikada juda og`ir sharoit yuz berishi mumkin. K.T.E.Z.M, bilan zararlanish maydoni ximiyaviy xavfli bo`lgan shahar uchun 80 kmdan ortiqdir, ximiyaviy ob`ektlar uchun esa 40 kmga yaqindir. Bundan tashqari K.T.E.Z.M. anchagina

qismi temir yo`l, avtomobil` transportlari orqali olib o`tiladi. Binobarin bu K.T.E.Z.M. ning quvib o`tishlarda va to`xtash stantsiyalarida tashlab yuborilish xavfini kuchaytiradi.

Tabiiyki avariya va halokatlar xavfli portlovchi neftni qayta ishlaydigan va saqlaydigan ob`ektlarda, shuningdek neft mahsulotlarini katta hajmda tashish paytidagi temir yo`llarda yuz berishi mumkin.

AESdagi va boshqa radioaktiv manbalar bilan bo`ladigan ishlab chiqarishdagi avariya natijasida, shuningdek yadro qurolini qo`llash natijasida joylarning havo bo`shlig`idan radionukleidlardan zararlanish ro`y beradi.

Radionukleidlardan zararlangan joyda istiqomat qiluvchi odamlar radiatsiya bilan xam zaharlanadilar.

Radiaktiv zararlanshpning manbai bo`lib tepadan tushadigan radiaktiv izotoplardan hisoblanadi. Shulardan ko`p yashaydigan izotoplardan juda xavflilari: bu strontsiy 90, tseziy - 137, tseriy -144, tsirkoniy - 85, niobiy -95 va boshqalar.

Avariya va portlashlar natijasida atrof muhitga tarqalgan parchalanish davri uzoq bo`lgan izotoplardan hosil bo`lgan neytronlarning er tuprog`i va havoda ushlanishi natijasida yo`naltirilgan radiatsiya xili bo`ladi. Bu izotoplarning asosiylari: uglerod - 14, natriy - 24, kremniy -31, kamiy - 45, marganets - 52, jeleza - 59, fosfor - 32, yod -134.

Radionukleidlardan bilan zararlangan hududda odamlar va hayvonlar ionizatsiyalanayotgan nurlanishga yo`liqishadi. Bu holatda 3 xil nurlanish yuz beradi:

- tashqi gamma nurlanshp;
- kichik dozadaga sirtqi (yuza - poverxnost`) beta va gamma nurlanish;
- ichki nurlanish.

Nurlanish dozasiga bog`liq holda odamlar va hayvonlar radiatsiya bilan zaharlanishi mumkin. Ularga - o`tkir va surunkali nurlanish kasalligi, terining radiatsion kuyishlari, mikelar.

Zararlangan hayvonlar mahsulotlari go`sht, sut, iste`molga yaroqsiz bo`lib qoladi. O`simliklar shikastlanadilar (zararlanadi). Shuningdek zararlangan oziq -

ovqat mahsulotlari, o`simliklar, suv ham iste`molga yaroqsiz bo`lib qoladi. Zararlangan mol-mulk texnika asbob - uskuna va boshqa predmetlardan foydalanish mutloqo man etiladi.

Favqulodda vaziyatlarda aholi va xalq xo`jaligi ob`ektlarini xabardor qilishni tashkil etish.

Aholi va xalq xo`jaligi ob`ektlarini urush va tinchlik vaqtidagi Favqulodda vaziyatlar xaqida radiatsion, ximiyaviy bakteriologik zararlanish xaqida, joylarning suv bosimi xavfi xaqida xabar berish uchun Fuqaro muhofazasi sistemasida Fuqaro muhofaza signallari ishlab chiqilgan. F.M signallari orqali xabar berish Fuqaro muhofaza aloqasining avtomatlashgan sistemasi orqali o`tkaziladi. Shuningdek aloqaning texnik sistemalari (radio, televedenie, telefon, telegraf) va zavodlarning gudoklari, shovozlarning, kemalarning yuboriladigan gudoklari orqali amalga oshiriladi. Aloqaning texnik vositalari orqali signal sababi xaqida tekstli xabar uzatiladi.

1. Tinchlik vaqtidagi Favqulodda vaziyatlar ro`y berish xavfi ostida "hammaga diqqat" signali uzatiladi.

2. Urush vaqtidagi Favqulodda vaziyatlar ro`y berish xavfida esa:

"havo trevogasi";

"havo trevogasining otboy";

"Radiatsion xavf";

"Ximiyaviy trevoga" kabi signallar uzatiladi;

"hammaga diqqat" signallari bo`yicha aholining harakatlari. Bu signal bo`yicha aholi quyidagilarni bajarishi kerak:

1)- Xavfsiz rayonga ko`chirish xaqida xabar berilganda evakuatsiya punktiga shaxsiy buyumlar, individual himoya vositalari va 2-3 kunlik oziq-ovqat zonasi bilan etib kelmoq;

2)- Yashirinish xaqida xabar berilganda tezda Fuqaro muhofazaning himoya inshootlariga yashirinmoq. Agar ular bo`lmasa, oddiy muvofiqlashgan pana joylarga (podvallar, erto`lalar, uy podezdlari usti yopiq biror joylar va boshqalar) yashirish;

3)- Fuqaro muhofaza boshliqlari va harbiy qism komandirlari tezda harbiy qismini jangovor tayyor holatga keltiradi va zararlangan uchoqlarda qutqarish va kechiktirib bo`lmaydigan ishlarni olib borishga kirishadi. Havо trevogasi. Bu signal bo`yicha aholi tezda himoya inshootlariga yoki oddiy pana joylariga yashirinishi kerak. Agar signal sizning uyingizda berilib qolsa, tezda qizdiradigan asboblarni, gaz, elektr chiroqlarini o`chirishingiz, shaxsiy buyumlarni, oziq-ovqatlarni olishingiz va pana joyga ketishingiz kerak. Agar signal sizning ishingizda yoki o`qishingizda berilib qolsa, korxonа, tashkilot, inshoot yo`l-yo`rig`iga muvofiq holda harakat qilishingiz va ishni tugatib pana joyga yashirinishingiz kerak. Agar signal ko`chadaligimizda berilib qolsa, tezda yaqiningizda pana joylarga (metroga, PRUga, er osti o`tish joylariga, tonellarga va boshqa shu kabilarga) yashirinib olishingiz kerak.

"Havo trevogasining otboyi" - bu signal bo`yicha odamlar pana joylarni tark etiladi va o`zlarining ishlaridagi, uydagilardagi vazifalarini bajarishga kirishadi.

"Radiatsion xavf" . Signal radiaktiv zararlanish xavfi tug`ilganda yoki u aniqlanganda beriladi. Bunday signalda odamlar nafas olish organlarini himoya qilish vositalarini kiyib olishi kerak, o`zlari bilan oziq-ovqat, tibbiy himoya vositalari, birinchi navbatda kerak bo`ladigan predmetlarini olishlari va yaqin oradagi pana joylarga yashirishlari kerak.

Agar odam sharoitiga qarab o`sha joyda qolishga majbur bo`lsa, u holda tezda o`ziga mumkin qadar sharoit yaratishi, ya`ni derazalar, eshiklarni berkitishi kerak. Agar odamlar zararlangan maydonda bo`lib qolsalar, AI -dan birdaniga 6 tabletka, "tsistamin"ni iste`mol qilishi kerak. Pana joydan chiqish faqat Fuqaro muhofaza yoki mahalliy organlar ruxsati va o`sha rayondan keyin qanday harakat qilish tartibi xaqida og`zaki xabar berishi bilan amalga oshiriladi.

"Ximiyaviy trevoga". Bu signal bo`yicha tezlik organlarining himoya vositalarini kiyib olish kerak. Himoya vositalari yo`q bo`lgan holatda qo`l ostida bo`lgan vositalar (balonli plash, polietilili nakvdkalar, rezinali yoki charmli etiklar, butiklar, qo`lqoplar) dan foydalanish kerak.

Ximiyaviy zararlanish xavfi tug`ilsa, tezda AI-2 dan "Taren"ni iste`mol qilish kerak.

Bakteriologik zararlanish xavfi bakteriyaga qarshi vositalar 5 tabletka tetrotsiklin iste`mol qilish kerak. Ximiyaviy zararlanish uchog`idagi TM ishchilarning ko`rsatmasidan keyin yoki mustaqil ravishda shamol yo`nalishining perpendikulyar tomoniga qarab chiqib ketish kerak.

Inson organizmiga elektromagnit maydonlar va nurlanishlarning ta`siri

Elektromagnit maydon radiochastota materiallarni kuydirish xususiyatiga ega; Maykl Faradey (1719-1867 yillar) ingliz kimyogari va fizigi ilm-fanda elektromagnit maydonini kashf etdi. Olim tajriba orqali birinchi bo`lib magnitizm bilan elektr o`rtasida dinamik bog`liqlik borligini aniqladi va tabiatda moddadan tashqari yana maydon ham borligi isbot qildi. M.Faradeyning vatandoshi Jeyms Klerk Maksvell (1831-1879 yillar) elektromagnit maydonini matematik nazariya, qonunlar bilan to`ldirdi. Bu albatta, Galiley va Nyuton davridan so`ng fan olamida eng katta voqea edi.

Elektromagnitizm sohasining rivojlanishi, dunyoda mexanika davrining inqirozga olib keldi. Elektromagnit hodisalariga faqat mexanik asoslarni qo`llash asossizdir. Shuning uchun, tabiiyotshunoslik mexanikaning ahamiyati alohida, har tomonlama, har yoqlama ekanligini inkor etdi. Mexanika mavqeini yo`qotib o`z o`rnini tabiiy haqiqatga bo`shatib berdi.

Tabiiyotshunoslik tarixida bir narsani unutish kerak emas. XX asr ilmiy bilish jarayonida fizika fani oldinda (lider) bo`lgan bo`lsa, undan qolishmaydigan biologiya fani muvaffaqiyatlarini inkor etib bo`lmaydi. Biologiyaning o`ziga xos, yirik yo`nalishlari: evolyutsion ta`limot, genetika, ekologiya va boshqalar, kibernetika va axborot nazariyalari bilan bir qatorda turib, dunyoning hozirgi ilmiy tasvirini vujudga keltirdi. Shuningdek XX asrda vujudga kelib, so`nggi yillarda yanada rivojlanib borayotgan etologiya, psixologiya, parapsixologiya va ijtimoiy biologiya fanlarini ham, alohida ko`rsatib o`tish lozim. Texnik fanlarning, tabiiy fanlar bilan sintezi natijasida yangi kashfiyotlar bo`lishi aniq.

XULOSA

Bizga ma'lumki, simli aloqa vositalari statsionar bo'lmagan foydalanuvchilar ehtiyojlarini qondira olmaydi. Shu sababli simsiz aloqa yo'nalishiga ham katta e'tibor bergan holda mobil aloqa operatorlariga o'zlarining tarmoqlarini ichki va tashqi imkoniyatlaridan foydalangan holda qurishga keng yo'l ochib berildi. Buning natijasida, hozirda bir qancha o'zaro raqobatdosh mobil aloqa kompaniyalari faoliyat yuritib kelmoqda. Ushbu mobil aloqa operatorlari orasidagi raqobat tufayli ko'rsatilayotgan xizmatlar narxi tushib, ularning turi ko'paymoqda.

Xizmatlar turini ko'paytirish uchun albatta tarmoqni yangi texnologiyalar bilan jihozlash kerak. O'zbekistonda hozirda mobil aloqa tarmoqlarida qo'llanilayotgan texnologiyalar ma'lumot uzatishning katta tezligini talab qiluvchi xizmatlarni qo'llay olmaydi.

Ana shu muammolarni bilgan holda, ushbu bitiruv malakaviy ishimda aynan mobil aloqa tarmoqlaridagi kirish tarmog'ining yangi texnologiyalaridan biri bo'lgan LTE texnologiyasi arxitekturasi va ushbu texnologiya asosida kirish tarmog'ini loyihalashtirish muammolariga bag'ishlangan masalalarni ko'rib chiqdim.

Bitiruv malakaviy ishimni bajarish jarayonida LTE texnologiyasi asosida mobil aloqa tarmoqlarini ikkita maqsad ya'ni maksimal qoplash yuzasini shakllantirish va talab qilinayotgan sig'imni ta'minlash maqsadida loyihalashtirishni ko'rib chiqdim. 2600 MGts chastota diapozonida, chastota va vaqt bo'yicha dupleks rejimida ishlovchi LTE tizimi uchun energetik byudjetni hisoblashga misol sifatida o'rtacha shahar qurilishi sharoiti uchun energetik byudjetni hisoblash natijalari olindi va jadvalda aks ettirildi. Yuqori liniyada bitta kafolatlangan ma'lumotlar uzatish tezligida eng yaxshi radioqoplash tizimi FDD hisoblanadi. LTE tarmoqlarida FDD da 800 MGts chastota diapazonida bazaviy stantsiyalar soni baholandi va olingan natijalar jadvalda aks ettirildi.

Bitiruv malakaviy ishimni bajarish jarayonida LTE tarmog`ining bir necha afzalliklari mavjudligini aniqladim. LTE tarmog`ining eng muhim afzalliklari quyidagilardan iborat:

- radioresurslardan maksimal darajada effektiv foydalanish;
- SAE birlamchi tarmoq arxitekturasi ancha yuqori tezlikdagi ma`lumotlar uzatishni hosil qilishi;
- SAE birlamchi tarmog`i arxitekturasi o`zini qanday tovushni uzatish xizmatlarini taqdim etsa, xuddi shunday ma`lumotlarni paketli kommutatsiya qilish texnologiyasi asosidagi barcha IP-xizmatlari majmuasini etkazib beruvchi LTE tizimining PS-domeni sifatida taqdim qilinishi;
- Paketli va kanallar kommutatsiyasi asosidagi mavjud 3GPP tarmoqlaridagidan past bo`lmagan darajdagi foydalanuvchilarning xavfsizligini (autentifikatsiya, identifikatsiya, ma`lumotlarni shifrlash) ta`minlash;
- Autentifikatsiya va avtorizatsiya funktsiyasi abonentning haqiqatdan ham ushbu tarmoqqa ruxsati mavjud ekanini tekshirish imkonini mavjudligi;
- Abonentlarning xabarni qonuniy olish funktsiyasi davlat tashkiloti vakiliga xususiy axborot (masalan, telefon so`zlashuvlariga, uzatilayotgan ma`lumotlarga, SMS, MMS xabarlariga, elektron pochta xabarlariga) ga ruxsatni taqdim etish imkonining mavjudligi;
- foydalanuvchi autentifikatsiyasi va so`ralgan xizmatning berilish mumkinligini tasdiqlash yordamida LTE tarmoq xizmatlaridan ruxsatsiz foydalanishdan himoyalash;
- muvaqqat idetifikatorlar va shifrlash kalitlari yordamida abonentlar autentifikatsiyasi mahfiylikini ta`minlash;
- shifrlash yordamida abonent ma`lumotlarini mahfiylikini ta`minlash;
- signalizatsiya xabarlarida berilayotgan ma`lumotlarning autentifikatsiyasini taminlash;
- tarmoqda mobil terminallar autentifikatsiyasini ta`minlash;

➤ mobil terminalni identifikatsiyalash ya`ni mobil terminalning tarmoqqa haqiqiylikini tekshirish o`g`irlangan yoki kamchiligi bor mobil terminalni ishlatilishiga yo`l qo`ymasligi;

➤ Roumingda mobil terminal identifikatsiyasi ahamiyatli ekanligi kabi afzalliklari mavjudligini alohida ta`kidlash lozim.

Bizga ma`lumki hozirgi kunda aloqa kanallari iqtisodiyotimiz qon tomirlariga aylanib bormoqda. Agar mobil kirish aloqa tarmoqlarini LTE texnologiyasini qo`llagan holda modernizatsiya qilinsa, bu o`zining ijobiy natijalarini iqtisodiyotimiz rivojida yaqqol aks ettiradi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. I.A.Karimov “O`zbekiston mustaqillikka erishish ostonasida” Toshkent. “O`zbekiston” nashriyoti 2011yil.
2. I.A.Karimov “Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini yanada joriy etish va rivojlantirish chora-tadbirlari” to`g`risida PQ-1730-son Toshkent sh., 2012 yil 21 mart
3. I.A.Karimov “Barkamol avlod yili” davlat dasturi. Toshkent. ”O`zbekiston”, 2010.
4. I.A.Karimov “Mamlakatimizda demokratik islohotlarni yanada chuqurlashtirish va fuqarolik jamiyatini rivojlantirish” kontsepsiyasi. 2010 yil 12 noyabr.
5. Juha Korhonen. Introduction to 3G Mobile Communications. Second Edition 2003
6. B. Walker Seidenberg M. P. Althoff. UMTS The Fundamentals. All of Communications Networks, Aachen University (RWTH), Germany Translated by Hedwig Jourdan von Schmoeger, UK 2003.
7. William Webb. Understanding Cellular Radio London 1998
8. A.V. Abilov. Seti Sotovoy Svyazi. Uchebno-metodicheskoe posobie po kursu «Seti svyazi». Ijevsk 2000
9. Komashinskiy V.I, Maksimov A.V. Системы подвижной радиосвязи с пакетной передачей информации. Москва. «Goryachaya liniya» – Telekom. 2007
10. L.M.Nevdyaev. Mobil`naya svyaz` 3-go pokoleniya. Pod redaktsiey Yu.M.Gornostaeva. «Svyaz` i Biznes». Moskva 2000
11. V.Vishnevskiy, A.Krasilov, I.Shaxnovich. Texnologiya sotovoy svyazi LTE pochti 4G.
12. Rukovoditel` Tsentra innovatsionnykh texnologiy i uslug OAO «GIPROSVYaZ`», Uchenyy sekretar` ITT RAeN k.t.n. Terent`ev S.V. «Osobennosti ispol`zovaniya radiochastotnogo spektra v setyax mobil`noy svyazi texnologiy LTE i LTE Advanced».

13. X. Kaaranen, A. Axtiaynen, L.Laitinen, S.Nayyan, V. Niemi. Mir svyazi Seti UMTS. Arxitektura, mobil`nost`, servisы. Perevod s angliyskogo N.L. Biryukova. TeXNOSFeRA. Moskva. 2007
14. Rаtыnskiy M.V. Osnovy sotovoy svyazi / Pod red. D. B. Zimina – M.: Radio i svyaz`, 1998. – 248 s.
15. Sklyar B. Tsifrovaya svyaz`. Teoreticheskie osnovы i prakticheskoe primeneniye, 2-e izdanie.: Per. s angl. – M.: Izdatel`skiy dom “Vil`yams”, 2003. – 1104 s.
16. Shaxnovich I. Sovremennыe texnologii besprovodnoy svyazi. Moskva: Texnosfera, 2004. – 168 s.
17. Vishnevskiy V.M., Lyaxov A.I., Portnoy S.L., Shaxnovich I.V. Shirokopolosnyе besprovodnyе seti peredachi informatsii. Moskva: Texnosfera, 2005. – 592 s.
18. Radchenko Yu.S., Radchenko T.A. Effektivnost` kodovogo razdeleniya signalov s neizvestnym vremenem priхода. Tруды 5 mejdunar. konf. «Radiolokatsiya, navigatsiya, svyaz`» - RLNC-99, Voronej, 1999, t.1, s. 507-514.
19. Radiotexnicheskie sistemy: Ucheb. dlya vuzov po spets. «Radiotexnika» / Yu.P. Grishin, V.P. Ipatov, Yu.M. Kazarinov i dr.; Pod red. Yu.M. Kazarinova. – M.: Vyssh. shk., 1990. – 469 s.
20. Grodnev I.I. Volokonno-opticheskie linii svyazi. Moskva: Radio i svyaz`, 1990. – 224 .
21. Dj. Gauer. Opticheskie sistemy svyazi.– Moskva: Radio i svyaz`, 1989.
22. V.A. Andreev, V.A. Burdin. Opticheskie volokna dlya opticheskix setey svyazi. - Elektrosvyaz`, 2003, N11.
23. V.I. Ivanov. Opticheskie sistemy peredachi. – Moskva: Radio i svyaz`, 1994. – 224 s