

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

**TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
NUKUS FILIALI**

KOMPYUTER INJINIRINGI FAKULTETI

«TELEKOMMUNIKATSIYA INJINIRINGI» KAFEDRASI

**«GSM tarmog'ining qurilish tamoyillarini tadqiq qilish»
mavzusidagi**

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Bajardi: «Telekommunikatsiya» talim
yo'nalishi bitiruvchisi 4-kurs talabasi
Tumaeva A.M.

ILMIY RAHBAR: t.f.d., k.i.x.
Kaipbergenov B.T.

Bitiruv malakaviy ishi kafedradan dastlabki himoyadan o'tdi
_____ son bayonnomasi «___» _____ 2014 y.

Nukus – 2014 y.

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

TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
NUKUS FILIALI

KOMPYUTER INJINIRINGI FAKULTETI

«TELEKOMMUNIKATSIYA INJINIRINGI» KAFEDRASI

«TASDIQLAYMAN»

Kafedra mudiri

«____» _____ 201_ y.

Bitiruv malakaviy ishi bo'yicha Aygul Tumaeva Medetbaevnaga

TOPSHIRIQ

Mavzu «GSM tarmog'ining qurilish tamoyillarini tadqiq qilish».

Mavzu TATU NF «____» _____ 201_ y. buyrug'i bilan tasdiqlandi.

Tamomlangan ishni topshirish muddati «____» _____ 201_ y.

Ishda foydalaniladigan ma'lumotlar: diplom amaliyoti materiallari, ma'ruza materiallari', ilmiy kitoblar va internet materiallari'.

Ishda quyidagi savollar ko'zda tutilgan:

Kirish. 1. Mobil aloqa tizimlarining rivojlanishini tadqiq qilish. 2. GSM tarmog'ining qurilmalar tarkibi, geografik tuzilishi va qo'shimcha xizmat. 3. GSM sotali tarmog'ida chastotalar rejalashtirilishi, optimallashtirish va qurilish tahlili. 4. Hayot faoliyati xavfsizligi masalalari ko'rib chiqilgan. Xulosa.

Grafik materiallar ro'yxati: Slaydlar.

Topshiriq berilgan sana «____» _____ 201_ y.

Ilmiy rahbari _____

imzosi

Topshiriq qabul qilindi _____

imzosi

Bitiruv malakaviy ishi bo'yicha maslahatchilar:

Bob nomi	Maslahatchi	Imzo, sana	
		Topshiriq berildi	Topshiriq olindi
1, 2, 3 va 4 boblar	Kaipbergenov B.T.		

Ishni bajarish grafigi:

№ t/r	Ish boblari nomi	Bajarish muddati	Rahbar (maslahatchi) imzosi
1.	Mobil aloqa tizimlarining rivojlanishini tadqiq qilish.	20.04.2014 yil	
2.	GSM tarmog'ining qurilmalar tarkibi, geografik tuzilishi va qo'shimcha xizmat.	10.05.2014 yil	
3.	GSM sotali tarmog'ida chastotalar rejalashtirilishi, optimallashtirish va qurilish tahlili.	25.05.2014 yil	
4.	Hayot faoliyati xavfsizligi.	01.06.2014 yil	

Bitiruvchi _____

«____»_____2014 y.

Ilmiy rahbari _____

«____»_____2014 y.

MAZMUNI

Ushbu bitiruv malakaviy ishida mobil aloqa tizimlarining rivojlanish tarixi tadqiq qilingan va GSM standartidagi sotali aloqaning afzalliklari keltirilgan. GSM tarmog'ining qurilmalar tarkibi va funktsional sxemasi to'liq ko'rib chiqildi. GSM tarmog'ining geografik tuzilishi, chastotalar diapazoni, mobil stansiya va tarmoqda ko'rsatiladigan qo'shimcha xizmatlar o'rganildi. GSM tarmog'ining qurilish sxemasi, keyinchalik rivojlanishining va kengayishining yo'llari keltirilgan.

АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе были подробно исследованы общий обзор развития мобильных систем связи, приведены преимущества стандарта сотовой связи GSM. Подробно рассмотрены состав оборудования и функциональная схема сети GSM. Изучены географическая структура, частотные диапазоны сети, мобильная станция и дополнительные услуги сети GSM. Приведены схема построения, пути для дальнейшего развития и расширения сети GSM.

SUMMARY

In this final qualifying work were studied in detail overview of the development of mobile communication systems, are the advantages of cellular communication standard GSM. Detailed discussion of the equipment and a functional diagram of the network GSM. The studied of geographical structure, frequency bands network, the mobile station and additional services network GSM. Diagram shows the build path for the further development and expansion of the network GSM.

MUNDARIJA

KIRISH	6
1. MOBIL ALOQA TIZIMLARINING RIVOJLANISHINI TADQIQ QILISH	8
1.1. Peydjing aloqasi	8
1.2. Tranking aloqasi	12
1.3. Sotali aloqa	15
2. GSM TARMOG`INING QURILMALAR TARKIBI, GEOGRAFIK TUZILISHI VA QO`SHIMCHA XIZMATLARI	19
2.1. GSM tarmog`ining kommutatsiya tizimi va baza stantsiyalar tizimi.....	19
2.2. GSM transport tarmog`ining radiorele aloqasi	25
2.3. GSM tarmog`ining geografik tuzilishi va chastotalar diapazoni	27
2.4. Mobil stantsiya	33
2.5. GSM tarmog`ning qo`shimcha xizmatlari	39
3. GSM SOTALI TARMOG`IDA CHASTOTALAR REJALASHTIRILISHI, OPTIMALLASHTIRISH VA QURILISH TAHLILI	42
3.1. Qamrov zonasi, chastotalar va baza stantsiyalarni o`rnatish tahlili	42
3.2. Tarmoqdagi o`lchovlar tahlili va optimallashtirish	62
3.3. Tarmoqning kelajakdagi kengayishi	67
4. HAYOT FAOLIYATI XAVVFSIZLIGI	68
4.1. Elektr xavfsizligi	68
4.2. Yong`in xavfsizligi	72
XULOSA	74
ADABIYOTLAR RO`YXATI	75
ILOVA	76

KIRISH

O'zbekistonda uyali aloqaning rivojlanishi O'zbekiston Respublikasining mustaqilligini e'lon qilishi bilan chambarchas bog'langan. 1991 yilning avgust oyida «Uzdunrobita» kompaniyasi deb nomlanuvchi sotali aloqa xizmatini ko'rsatuvchi birlashgan uzbek-amerika korxonasi Aloqa vazirligining bevosita boshchiligida va O'zbekiston Respublikasi Hukumatining yordamida tashkil etilgan [11].

Shu vaqtda bunday sotali aloqa korxonasi nafaqat O'zbekiston, umuman Markaziy Osiyo uchun birinchi, hamda mustaqil davlatlar hamdo'stligiga kiradigan davlatlar orasida birinchi korxonalarning biri edi.

Bizning davlatimizda sotali aloqa tarmog'i bo'yicha birinchi qo'ng'iroqni Prezidentimiz Islam Karimov tomonidan «Uzdunrobita» qo'shma korxonasining sotali aloqa tarmog'ini tijorat ekspluatatsiyasi 1992 yilning avgust oyida tantanali ochilganida amalga oshirilgan. Shu vaqtda O'zbekistonda ishlovchi birinchi sotali analog standart NMT 450 edi.

Agar standartlar haqida so'z yuritadigan bo'lsak, 1997 yili aloqa bozorida 6 operator ishlab turgan edi, ular dunyoda eng keng tarqalgan ikki standartlar, ya'ni Digital AMPS (IS-136) va GSM dan foydalanishgan.

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 21 yanvar 2011 yilda o'tkazilgan majlisida O'zbekiston Prezidenti Islam Karimov o'z bayonotida quyidagilarni atab o'tdilar: «Biz zamonaviy xizmat turlarining rivojlanishiga alohida e'tibor qaratamiz, bunday xizmat turlariga, sotali aloqa, Internet, videotelefoniya, raqamli televidenie, zamonaviy bank maxsulotlari, lizing, sug'urta, audit, injiniring va boshqalar».

Bugungi kunda sotali aloqa Uzbekiston aloqa bozorining tez rivojlanuvchi va raqobatbardosh tarmog'i bo'lib hisoblanadi. O'zbekiston bozorida sotali aloqa xizmatlari quyidagi korxonalar tomonidan taqdim etiladi – MCHJ «Unitel» («Beeline» savdo belgisi), QK «RWC» («Perfectum Mobile» savdo belgisi),

MCHJ XK «Coscom» («Ucell» savdo belgisi) va AK «Uzbektelekom» filiali «UzMobile». Mobil aloqa xizmatlari CDMA-450, CDMA 2000 1X, GSM-900, GSM-1800, IMT-2000/UMTS (WCDMA) hamda LTE standartlarida ko'rsatiladi.

O'zbekistonda GSM standarti sotali aloqa tizimlarining yetakchisi va istiqbolga ega standart hisoblanadi hamda mamlakatimizning barcha hududini qamraydi. GSM standarti ikkinchi avlod texnologiyalariga kiradi.

GSM standartidagi sotali tarmoqning afzalligi shundaki, sababi – bu umumiy standart bo'lib, sotali aloqa abonentlari GSM tarmog'i ishlab turgan dunyoning barcha davlatlarida o'zlarining telefon apparatlarini GSM xizmat ko'rsatish doirasining barcha zonasida foydalana olishadi.

Ushbu bitiruv malakaviy ishining birinchi bobida mobil aloqa tizimlari hisoblangan peydjning, trunking va sotali aloqalarning rivojlanish bosqichlari tadqiq qilinadi.

Ikkinchi bobida GSM tarmog'ining qo'shimcha xizmat turlari, geografik tuzilishi va tarmoqning qurilmalar tarkibi ko'rib chiqiladi. Hamda shu tarmoqda ishlovchi mobil stantsiyasi ko'rib chiqiladi.

Uchinchi bo'bda GSM sotali tarmog'ini qurilishini tahlil qilish, optimallashtirish va chastotalarini loyihalashtirish ko'rib chiqiladi.

To'rtinchi bobda hayot faoliyati xavfsizligi masalalari ko'rib chiqiladi.

1. MOBIL ALOQA TIZIMLARINING RIVOJLANISHINI TADQIQ QILISH

1.1. Peydjing aloqasi

Shaxsiy radiochaqiriq tizimlari (radioaloqaning peydjing tizimlari) aloqa tizimining xizmat ko'rsatish doirasida bo'lgan ko'chma abonentga hajmi bo'yicha kichik xabarlarni operativ turda uzatishga mo'ljallangan. Peydjing tizimida ikki tomonlama bog'lanish ko'zda tutilmagani sababli aloqaning o'zini tashkillashtirish uchun kam harajat talab etiladi, markaziy uzatuvchi stantsiyasining quvvatini oshirish hisobiga mobil qabul qilgichiga bo'lgan talabni kamaytirish mumkin: qabul qilgichning sezuvchanligini kamaytirish, uning hajmini, og'irligini va h.k.

Shaxsiy radiochaqiriq tizimlari asosan sezilarli darajada katta bo'lgan hududga xizmat qilish uchun quriladi. Bitta bino ichidagi yoki qurilish guruhi chegarasidagi ichki ishlab chiqarish aloqasi uchun mo'ljallangan. Umumiy ko'rinishda shaxsiy radiochaqiriq tizimi o'zi bilan ko'chma abonentlarning portativ qabul qilgich qurilmalari va manzil axborotlarini tayorlanishini hamda tarqatilishini ta'minlovchi umumiy radiouzatish markazi majmuasini ifodalaydi.

Radiouzatish markazi uzatiluvchi xabarlarni yig'ish va shakllantirish uchun o'z ichiga axborotlarni yig'ish tizimini va peydjer terminalini oladi. Axborotni yig'ish tizimida xabarlar har xil shaklda bo'lishi mumkin: umumiy foydalanish telefon tarmog'i bo'yicha, kompyuter tarmog'i bo'yicha va h.k. Bu xabarlar operator tomonidan yoki avtomat ko'rinishda qayta ishlash xizmatlari (raqamli kanallardan tushadigan xabarlar uchun) tomonidan qayta ishlanadi va peydjing terminaliga uzatiladi. Peydjing terminali tushgan xabarlarni foydalanuvchi protokoliga mos holda asosiy qayta ishlashni amalga oshiradi. Har bir xabar kodlari bufer xotirasiga kiritiladi va oldin kelib tushgan xabarlar navbatiga qo'yiladi. Har bir xabarga aniq manzil taqdim etiladi. Keyin bu xabarlar aniqlangan davr bilan paketlar (guruhlar) ko'rinishida tarmoqning xizmat

ko'rsatish chegarasida tarqatiladi. Buning uchun uzatkichlar yordamida peydjer terminali qisqa vaqt ichida fazoda tarqaluvchi signallarning tashuvchi chastotasini modulyatsiyalaydi (odatta metrli yoki detsimetrli to'lqin diapazonlarida).

Ko'chma aloqa tarmog'i abonentining kichik xajmdagi qabul qilgichi (peydjer) aloqa tizimining mavjud zonasida doimiy holda navbatdagi qabul qilish rejimida bo'ladi. Har bir qabul qilgich unga jo'natilgan axborotni qabul qilishi uchun o'zining shaxsiy nomeriga (manzil) ega. Buning uchun abonent peydjerlari barcha kelib tushgan manzillarni doimo tahlil qiladi. Tushuvchi xabarning manzili bilan abonent nomerining mos kelishida bu xabar qayta ishlanadi va qabul qilgichning xotirasida saqlanadi. Kelib tushgan xabar haqida abonentga tovush, yorug'lik signali yoki korpus vibratsiyasi bilan ma'lum etiladi [9].

Har xil aloqa tizimlarida ma'lumotlarni uzatish har xil bayonnomalar bo'yicha amalga oshiriladi. Bayonnoma – bu aloqa qatnashchilari o'zaro harakatining tartibini o'rnatadigan qoidalar to'plamidir. Bayonnoma axborot almashinishning asosiy tavsiflarini belgilaydi: uzatiluvchi xabarlar shaklini, uzatish tezligini, halaqtbardoshligining imkoniyatlarini, modulyatsiya turini va h.k.

Birinchi ko'p tarqalgan ko'chma aloqa tizimlarining biri raqamli, harfli va tonal xabarlarni 512 bit/s tezligida va tashuvchisini chastota manipulyatsiyasi bilan bitlar oqimi ko'rinishida uzatish imkoniyatini beradigan POCSAG protokolini foydalanadi. Bunda mantiqiy birliklarni uzatilishiga tarqaluvchi signal chastotasining 4,5 kGts ga pasayishi mos keladi, mantiqiy nolning uzatilishiga chastotaning 4,5 kGts ga ko'payishi mos keladi.

Bitlar kombinatsiyasi o'zida kodli so'zlarni ifodalaydi. POCSAG protokolidagi kodli so'zlarning shakli 1.1-jadvalda ko'rsatilgan. POCSAG standartida kodli so'zlar 32 bitni tashkil etadi. Kodli so'zlarni ikki turga ajratadi: axborotli kodli so'z va sinxronizatsiyaning kodli so'zi. O'z navbatida axborotli kodli so'zlarni manzil kodli so'zga va xabar kodli so'zga ajratishadi, ular bayrog deb ataluvchi birinchi bitlari bilan farqlanadi. Manzil kodli so'z bayrog'iga mos keluvchi bit 0 ma'nosini qabul qiladi; xabar bayrog'iga mos keluvchi bit 1 ma'nosini qabul qiladi.

1.1-jadval. POCSAG standartining kodli so'zlar formati.

Bitlar	1	2...21	22...32
Maydon	Bayroq	Axborot bitlari	Tekshiruvchi bitlar
Manzil so'zi	0	Manzil kodi	Nazorat kodi
Xabar so'zi	1	Xabar kodi	Nazorat kodi

Axborot so'zida 2 dan 21 gacha bo'lgan bitlar axborot bitlari maydonini tashkil etadi. Manzilli so'zda bitlar kombinatsiyasi maydoni chaqiriluvchi abonent raqamini aniqlaydi, xabar so'zida esa ular foydalanuvchiga uzatiluvchi xabarni aniqlaydi. Shu tarzda, berilgan tizim 221 manzillarini o'z ichiga olishi mumkin (ulardan har bir peydjer 4 manziliga ega bo'lishi mumkin).

Axborot so'zining qolgan bitlari (22 dan 32 gacha) tekshiruvchi bitlar maydonini tashkil etadi va xatolarni aniqlash va to'g'rilash uchun foydalaniladi. Berilgan tizimda tekshiruvchi bitlar har bir kodli so'zda ikkigacha xato qabul qilingan bitlarni to'g'rilashga imkoniyat beradigan kodni paydo etadi.

Ikki axborot so'zi bir kadrda birlashtiriladi. O'z navbatida sinxronizatsiyaning kodli so'zi va 8 axborotli kadrlari paketga birlashadi.

Peydjerlarning barcha manzillari 8 guruhga bo'lingan, va har bir guruhga qabul qilish uchun bir kadr vaqti ajratiladi. Har bir guruh qabul qilgichi faqat «o'zining» kadrini qabul qilish vaqtida tushuvchi xabarning manzilini tahlil qiladi. Boshqa kadrlarni qabul qilish vaqtida qabul qilgich kutish rejimida bo'ladi, bu bilan manba elementlarining xizmat qilish muddatini oshiradi va tizimning sig'imi oshadi (mumkin bo'lgan abonentlar soni).

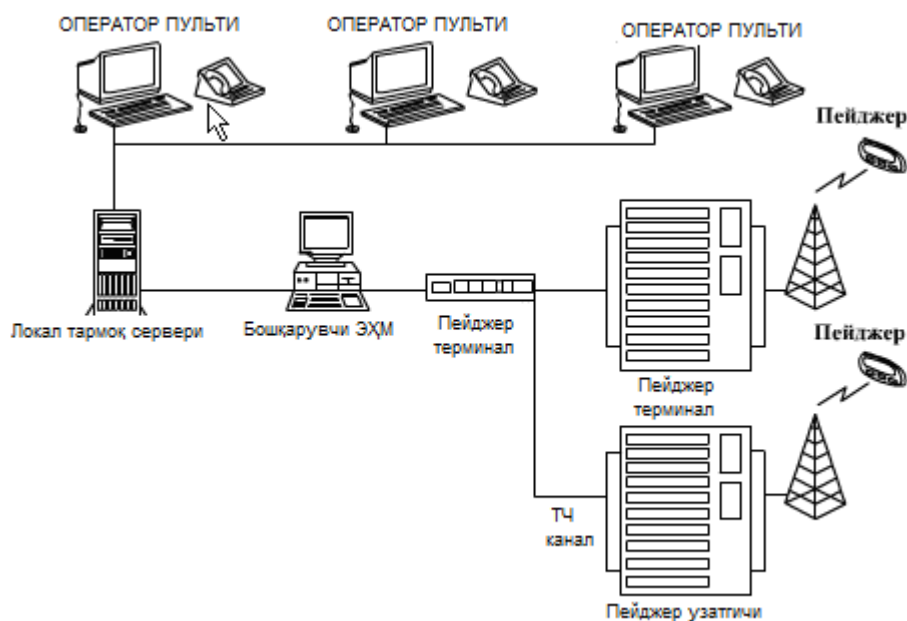
Sinxronizatsiya so'zi aniqlangan shakliga ega va shaxsiy radiochaqiriq tizimining komponentlarini davriy turda sinxronizatsiyalash uchun har bir paketda uzatiladi.

Xabarlarning to'planishiga qarab ular paketlarga guruhlanadi, va har bir ikki daqiqa vaqt ichida navbatdagi paketlar portsiyasi radiouzatish markazidan tarqaladi. Paketlarning xoxlagan portsiyasining uzatilishi preambuladan

boshlanadi. Berilgan standartimizda preambula, pauza yakunida taktli sinxronizatsiyasini qayta tiklash uchun umumiy soni 576 dan kam bo'lmagan navbatlanuvchi nollar va birlar ketma-ketligi ko'rinishida belgilangan.

Keyinchalik POCSAG standartining rivojlanishi uzatish tezligining 1200 bit/s gacha oshishi bo'ldi, va keyin 2400 bit/s gacha oshishiga erishdi. Tezkor bo'lgan ma'lumotlarni uzatish protokollari sifatida (6400 bit/s gacha) ERMES va FLEX protokollari ko'zda tutiladi.

Shaxsiy radiochaqiriq tarmoqlarini kengaytirish bo'yicha ishlar yangi xizmat ko'rsatish zonalarini qo'shish yo'li bilan olib borilmoqda. Bunda barcha uzatuvchi markazlarining sixronli, va shunday navbatli turda ishlashi tashkillashtirilishi mumkin. Dupleks aloqa tizimi ham ma'lum, bunda radiouzatish markaziga kvitantsiya kelganida (xabarning qabul qilingani haqida javob) va qanday da qo'shimcha xabar kelishi mumkin (1.1-rasm).



1.1-rasm. Pейджинг stantsiyasining tuzilish sxemasi.

1.2. Tranking aloqasi

Tranking radioaloqa tizimlari ultr qisqa to'lqinlarda (UQT) ishlovchi radial-zonali ko'chma radioaloqa tizimlari bo'lib, ulardagi retranslyatorlar aloqa kanallarining abonentlararo avtomatik taqsimlanishini amalga oshiradi. Bunday tizimlar eng avvalo turli xil muassasa va korporativ aloqa tarmoqlarini yaratishga qaratilgan bo'lib, ularda abonentlarning guruhiiy aktiv aloqa rejimi qo'llanilishi ko'zda tutilgan. Tranking tizimi turli mamlakatlarning harbiy kuchlari, huquqni himoya qilish muassasalari, jamoa xavfsizligi xizmatlari, transport va energetik kompaniyalar tomonidagi xarakatdagi abonentlarning o'zaro, statsionar va telefon tarmog'i abonentlari bilan aloqa qilishini ta'minlash maqsadida keng foydalaniladi.

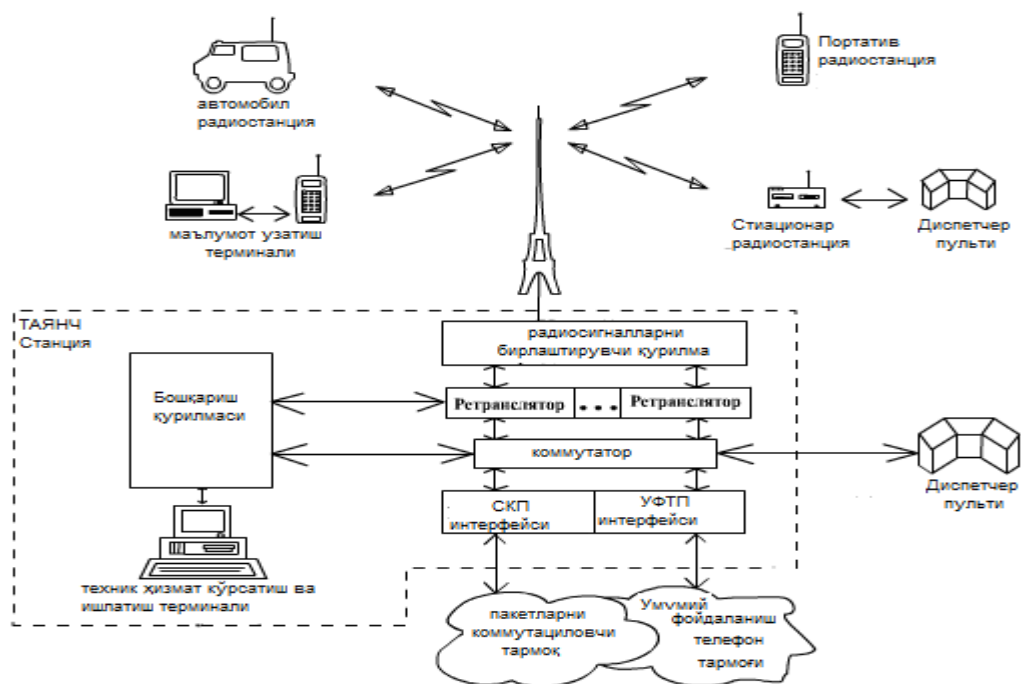
Umumiy foydalanishga mo'ljallangan harakatdagi tranking radiolaloqa tizimning ko'plab, turli-xil standartlari mavjud bo'lib, ular bir-biridan nutq axborotini uzatish uslubi (analogli va raqamli), kanallarni chastotaviy (KChAKF), vaqt bo'yicha (KVAKF) yoki kodli (KKAKF) ajratish orqali ko'p tsantsion foydalanish turlari, kanallarni qidirish va tayinlash (markazlashtirilmagan va markazlashtirilgan boshqaruv), boshqruv kanali turi (ajratilgan va taqsimlangan) va boshqa xarakteritsikalari bilan farq qiladi [4].

Tranking tizimi tuzilish arxitekturasining asosiy tamoyillarini tushuntirish uchun tranking tizimining bir zonali umumlashtirilgan tuzilmaviy sxemasini ko'rib chiqamiz (1.2-rasm).

U bazaviy stantsiyasidan (BS) turadi va radiochastotali qurilmasidan boshqa kommutator, boshqarish qurilmasi va har xil tashqi tarmoq interfeyslarini o'z tarkibiga oladi.

Bu erda radiochastota qurilma tarkibiga retranslyator, antenna va radiosignallarni birlashtiruvchi qurilma kiradi.

Radiosignallarni birlashtirish qurilmasi qabul qilgich va uzatgichlarning bir necha chastota kanallarda bir vaqtning o'zida baravar ishlashi uchun bitta antenna jihozidan foydalanishga xizmat qiladi. Kommutator tarmoq ichida va tashqi tarmoqlar bilan ulanishni ta'minlaydi.



1.2 - rasm. Bir zonali trunking tizimining umumlashtirilgan tuzilmaviy sxemasi.

Tranking tizimida umumiy foydalanish telefon tarmoqlari (UFTT) bilan bog'lanish interfeysi har xil usul bilan amalga oshiriladi. Arzon tizimlarda (masalan, SmarTrank) ulanish ikki simli kommutator liniya bo'yicha olib boriladi. Zamonaviy trunking tizimlar UFTT interfeysi tarkibida ATSning standart raqamli nomer terish DID (Direct Inward Dialing) raqamni to'g'ridan-to'g'ri teruvchi apparaturaga ega.

Texnik xizmat terminali (TXT va E) tayanch stantsiyada o'rnatiladi va tizim holatini nazorat qilish, nosozliklarni tashhishtash, tarifikatsiyali axborotlarning hisobini yuritish, abonentlar ma'lumotlar bazasiga o'zgarishlarni kiritish uchun mo'ljallanadi.

Zarur bo'lganda trunking tizimlarida dispatcherlik pulti (DP) o'rnatiladi, bundan ko'pincha mudofa UFTT va harbiy kuchlar tashkilotlari, tez tibbiy yordam, yong'inga kurashuvchi organlar va boshqalar foydalanadilar.

Tranking tizimda abonentlik qurilmalarning tarkibi juda xilma xildir. Ulardan juda ko'pchiligi yarimdupleksli radiostantsiyalar bo'lib, ular yuqori darajada yopiq

guruhlarda ishlashi uchun mos keladi. Bunday radiostantsiyalarning funktsional imkoniyati ko'pincha cheklanganligi uchun raqamli klaviaturaga ega emas.

Tranking tizimda ko'pincha sotali terminallarga qaraganda yuqori funktsionallikka ega bo'lgan, UFTTga ulanishga imkon beradigan, shuningdek yarim dupleks tartib (rejim)da guruhiiy ishlashni ta'minlovchi dupleksli radiostantsiyalar qo'llaniladi.

Raqamli tranking aloqa standartlari orasida TETRA standarti so'zsiz etakchi bo'lib hisoblanadi. Ushbu standartga xos qo'yidagi afzalliklar bilan tushintiriladi:

- TETRA standartining ochiqqligi ko'p sonli qurilma ishlab chiqaruvchi korxonalarni jalb qiladi, narxlar o'zgarmasligini ta'minlaydi va aniq bir ishlab chiqaruvchi kerak emas. Standart tasniflari (spetsifikalari) hamjixat va TETRA standartiga yordam "Memorandum" assotsatsiyasi ishtrokchilari uchun mansubdir. Bu standartga bo'lgan talablarining ishlab chiqilishidagi muayyan vaziyat hisoblanadi;

- TETRA standarti ETSI telekommunikatsiya intsitutining yagona raqamli tranking standarti hisoblanadi;

- Ma'lumotlarni yuqori darajada zichlashtirish bilan so'zlashuv oqimini kompressiyalash va TDMA (kanallarni vaqt bo'yicha ajratish) texnologiyasini foydalanish xisobiga, va chegaralangan xududda jadval bilan munosib aloqa tarmog'ini qurishni ta'minlovchi bitta chastotali kanalda to'rtta mantiqiy bog'lanish tashkil etish imkonini beruvchi yuqori spektral samaraga egaligi;

- TETRA standarti telemetriya, mobil ob'ektlar monitoringi, video tasvirlarni uzatish, elektron pochta, fayllarni uzatish, WAP va boshqalar kabi ilovalar bilan internet (IP over TETRA) tarmog'ini tashkil qilishga yo'l qo'yuvchi qisqa xabarlar (SDA) tartibi (rejimida) ma'lumotlarni uzatish kanallarini kommutatsiyalar va paketlarni kommutatsiyalashning keng imkoniyatlarini beradi;

- TETRA standarti jamoa xavfsizligi xizmati va huquqni muhofaza qilish organlari talablarini hisobga olgan holda ishlab chiqarilgan, shuning uchun axborotlarni shifrlash, abonentlarni autentifikatsiyalash, ruxsat etilmagan kirishlardan himoya kilish kabi aloqa havfsizligini ta'minlash jihatlariga alohida

e'tibor qaratilgan. Evropa politsiyasining asosiy (Schengen Group) talabnomasiga asosan standartga qo'yidagi xizmatlar kiritilgan: dispatcher ruxsati bilan chaqiruv, birinchi o'rinda chaqiruv, saralab kirish, uzoq masofadan eshitish, qayta guruhlash va boshqalar;

- TETRA standarti qisqa vaqt (0,5 sekunddan kam) ichida korrespondentlar o'rtasida aloqa kanalini o'rnatish bilan yuqori tezkorlikni ta'minlaydi. Shuningdek abonentlar guruhi uchun mantiqiy aloqa kanali rejimi ko'zda tutilgan va kanalga kirish protsedurasi ta'minlanadi;

- TETRA standarti abonentlar o'rtasida, ayniqsa jamoa havfsizligi xizmatlari uchun juda muhim bo'lgan stantsiyalardan foydalanmasdan bevosita aloqa (DMO) deb ataluvchi rejimni ta'minlaydi. Bunda mobil stantsiya «qo'shaloq stantsiya» (Dual Watch) rejimida joylashishi mumkin, ya'ni bir vaqtning o'zida ham tranking kanali chaqiruvini qabul qilishga tayyor;

- TETRA standarti loyihalari kam sonli stantsiya va radiokanallari tizimidan yirik va federal darajasida tizimga oson qiyoslanadi.

1.3. Sotali aloqa

Zamonaviy kommutation qurilmalarining ichida juda tezkor turda sotali aloqa tizimlari rivojlanmoqda.

Ko'chma radioaloqaning birinchi tarmoqlari analog usullari bilan amalga oshirilgan. KSRAAT analog standartlarining asosiylaridan to'qqizi ma'lum: AMRS (SShA, 1981) - 800 MGts diapazonida; NCMTS (Yaponiya, 1979, 1988 - yangi) - 900 MGts; NMT-450 (Skandinaviya davlatlari, 1981) - 450 MGts; NMT-900 (Skandinaviya davlatlari, 1 986) - 900 MGts; S-450 (Germaniya, 1 985) - 450 MGts; TASS (Angliya 1 985) - 900 MGts; ETASS (Angliya, London, 1 987) - 900 MGts; RTMS-1 01 N (Italiya, 1 985) - 450 MGts; Radiocom-2000 (Frantsiya, 1 985) - 200; 400 MGts. Bulardan O'zbekiston Respublikasida NMT - 450 va AMPS ekspluatatsiya qilindi.

Lekin oldingi yillari foydalanilgan analog sotali tarmoqlari ko'p sonli nuqsonlarga ega bo'lganligi tufayli axborot texnologiyalarining zamonaviy rivojlanish darajasini qoniqtirmaydilar va bu kamchiliklarga aloqa sifati patsligi, xabarni maxfiylashtirish imkoni yo'qligi, ma'lumotni sekretlash va integrallashgan xizmat ko'rsatuvchi raqamli tarmoq IXKRT (ISDN) bilan o'zaro ishlash va ma'lumotlarni paketli ravishda uzatish (PDN) imkoniyatlari yo'qligi. Shu sababli 80-yillarda rivojlangan mamlakatlarda ya'ni Evropa, AQSh va Yaponiyalarda perspektiv raqamli KSAT qurish printsiplarini jadal o'rganishga kirishdilar va radiuslari 35 km. gacha bo'lgan sota va makrosota topologiyalarga ega bo'lgan tarmoqlar tizimining uchta standarti ishlab chiqildi: GSM umumevropa standarti, ADC (D-AMRS) amerika standarti va JDC Yaponiya standarti [8].

Bu barcha raqamli sotali tarmog'i standartlari ISDN va PDN lar bilan o'zaro ishlashishni ta'minlaydi, uzatiluvchi xabarlarning ochiq rejimda yoki sekretlangan uzatishlarida yuqori sifatini kafolatlaydi.

Raqamli sotali aloqasining yangi umumevropa standartining ishlab chiqilishi 1985 yili boshlandi. Buning uchun alohida maxsus guruhi yaratildi - Group Special Mobile. GSM abbreviaturasi yangi standartga o'z nomini berdi. Keyinchalik GSM, o'zining keng tarqalishi sababli Global Sytsem for Mobile Communications tarqalishiga loyiq deb yuritilib boshladi. Hozirgi vaqtda GSM tizimi qamrash maydoni va abonentlar soni bo'yicha dunyodagi etakchi pozitsiyalarini egallovchi ikkinchi avlod global standartiga aylangan.

GSM (GSMA) assotsatsiyasi ma'lumotiga ko'ra mobil aloqasi dunyo bozorida standart 82% , er sharining 29% aholisi GSM global texnologiyasidan foydalanadi. GSMA ga hozirgi vaqtda 210 mamlakatlaridan ko'proq operatorlari va territoriyalar kiradi.

GSM ning asosiy aspekti bo'lib, spetsifikatsiyasining modifikatsiyalanishi, ular «ochiq» bo'lgani, ya'ni rivojlanish borasida yopiq emasligini va kelajakdagi talablarni qondirish maqsadida tomonlanmagan hisoblanadi.

GSM standart afzalliklari:

- Analog standartlariga (NMT-450, AMPS-800) nisbatan telefon apparatlarining hajmi va og'irligining kichikligida akkumulyatorini oziqlantirmasdan ko'proq vaqt ishlashi. Bu asosan tayanch stantsiyasining apparaturasining, abonent apparatidan qabul qilinuvchi signal sathini doimiy tahlillash hisobiga erishiladi. Talab qilinish darajasidan oshib ketgan holda telefon apparatiga avtomat turda quvvatini tushirish haqida buyruq keladi;

- Baza stantsiyalarini etarlicha zich joylatirish natijasida aloqaning yaxshi sifati;

- Tarmoqning katta hajmi, bir vaqtning o'zida ko'p sondagi bog'lanishni amalga oshirish imkoniyati;

- Bu berilgan chastota diapazonida fluktatsion halaqlarning past sathi;

- Ajratiluvchi kalitga ega shifrlash algoritmini foydalanish yo'li bilan noqonuniy kirish va eshitishdan qo'riqlashning yaxshilanishiga (analog tizimlariga solishtirganida) erishiladi;

- Nutqni samarali kodlash (siqish). EFR-texnologiyasi Nokia firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan bo'lib va natijada GSM (sm. GSM-FR, GSM-HR va GSM-EFR) texnologiyasi uchun kodlash/dekodlashning sanoat standartiga aylandi;

- Keng tarqalishi, ayniqsa Evropada, qurilmalarini tanlashda katta imkoniyat. Hozirgi kunda GSM standartidan, 110 davlatining GSM operatorlari Assotsatsiyasida rasmiy turda qayd qilingan 228 operatori foydalanadi;

- Rouming imkoniyati. Bu GSM tarmoqlarining birdagi abonent sotali telefon raqami bilan faqatgina «uyida» emas, dunyo bo'ylab harakatda bo'lganida bir tarmoqdan ikkinchisiga o'zining abonentlik raqamini foydalanish imkoniyatiga ega tarmoqdan tarmoqqa o'tish jarayoni avtomat turda amalga oshadi, va GSM tarmog'i abonentiga operatorni bu haqida oldin xabarlash zaruriyati yo'q (bir xil operator tarmoqlarida o'zlarining abonentlariga rouming taqdim etishda cheklashlar bo'lishi mumkin, bu haqida aniq ma'lumotni GSM operatoriga murojat qilib bilish mumkin).

GSM standartining kamchiliklari:

- Raqamli qayta ishlash va uzatishda nutqning buzilishi;

- Yo'naltirilgan antenna va kuchaytirgichlarni foydalan holda ham eng yaqin tayanch stantsiyasidan bog'lanish 120 km dan uzoq bo'lmasligi.

2. GSM TARMOG'INING QURILMALAR TARKIBI, GEOGRAFIK TUZILISHI VA QO'SHIMCHA XIZMATLARI

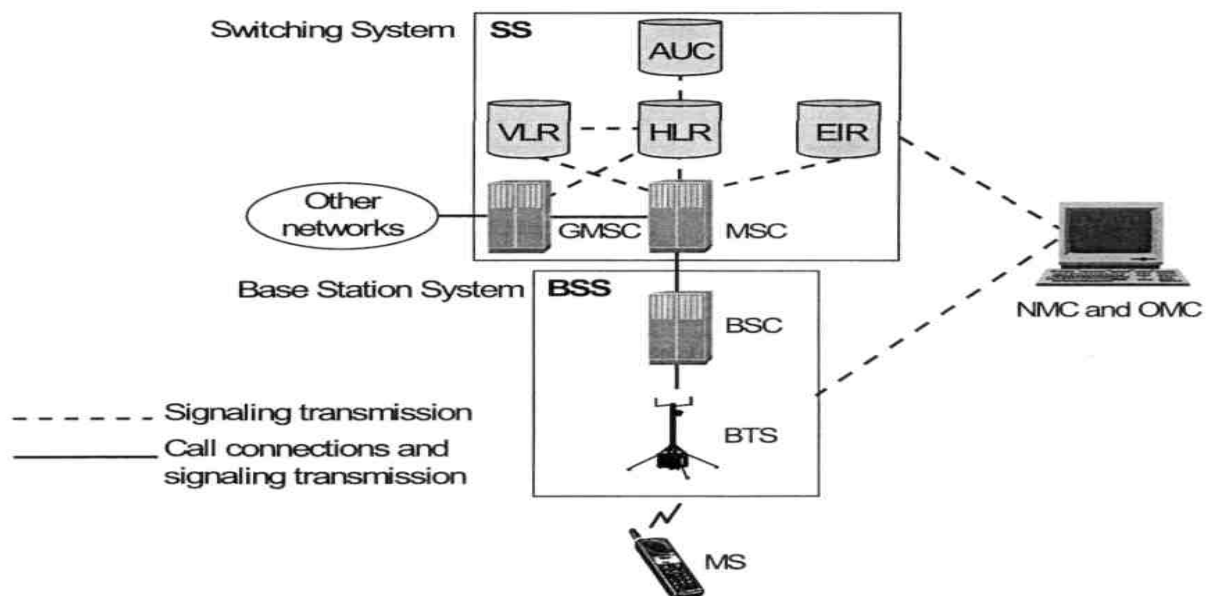
2.1. GSM tarmog'ining kommutatsiya tizimi va baza stantsiyalar tizimi

GSM tarmog'i 2 tizimga ajraladi. Bu tizimlarning har biri o'z ichiga bir qator funktsional qurilmalarni oladi, hamda ular o'z navbatida mobil radioaloqa tarmog'ining tashkil etuvchilari bo'lib hisoblanadi [2].

Bu tizimlar quyidagicha:

- Kommutatsiya tizimi - Switching System (SS);
- Baza stantsiyalar tizimi - Base Station System (BSS).

Bu tizimlarning har biri kompyuterli boshqarish markazi tomonidan nazorat qilinadi. 2.1-rasmda berilgan tizimlarning funktsional sxemasi ko'rsatilgan.



2.1-rasm. GSM mobil radioaloqa tizimining funktsional sxemasi.

Quyidagi 2.1-jadvalda qisqartirilgan so'zlarning tarqatilishi keltirilgan.

2.1-jadval. Qisqartirilgan so'zlarning tarqatilishi.

AUC	Authentication Center	Autentifikatsiya markazi (abonentning haqiyqiligini tekshirish)
BSC	Base Station Controller	Bazoviy stantsiyalari kontroller
BTS	Base Transceiver Station	Qabul qilish-uzatish bazoviy stantsiya
EIR	Equipment Identity Regitser	Qurilmani identifikatsiyalash regitsri
HLR	Home Location Regitser	Joylashgan joyning tayanch regitsri
MS	Mobile Station	Mobil stantsiyasi
MSC	Mobile services Station Center	Mobil aloqaning kommutatsiya markazi
NMC	Network Management Center	Tarmoqni boshqarish markazi
OMC	Operation and Maintenance Center	Texnik xizmat ko'rsatish markazi
VLR	Visitor Location Regitser	Ko'chma abonent joylashgan joyning registry

SS tizimi chaqiruvlarga xizmat ko'rsatish funktsiyalarini va bog'lanishni ta'minlaydi, va abonentga belgilangan xizmatlarining bajarilishiga javob beradi.

SS o'z ichiga qo'yidagi funktsional qurilmalarini oladi:

- Mobil aloqasining kommutatsiya markazi (MSC)
- Joylashgan joyning tayanch regitsri (HLR)
- Ko'chma abonent joylashgan joyning regitsri (VLR)
- Autentifikatsiya markazi (AUC)
- Qurilmani identifikatsiyalash regitsri (EIR).

BSS tizimi radiointerfeysga oid bo'lgan barcha funktsiyalarga javob beradi.

Bu tizim o'z ichiga quyidagi funktsional bloklarni oladi:

- Baza stantsiyalar kontrolleri (BSC)
- Baza stantsiyasi (BTS)

Texnik xizmat ko'rsatish markazi (OMC) tarmoq uchun ekspluatatsion-texnik xizmat ko'rsatish bo'yicha barcha masalalarni amalga oshiradi, masalan, undan tarmoq trafigini kuzatish olib boriladi, barcha tarmoq elementlarining buzilishi signallarini kuzatish olib boriladi.

Texnik xizmat ko'rsatish markazi (OMC/OSS) tarmoq ishini kompyuterlashgan kuzatish markazini ifodalaydi, va tarmoqning har xil komponentlariga X.25 ma'lumotlar uzatish kanali orqali ulanadi, masalan, MSC va BSC. Markaz personali tarmoq holati haqidagi ma'lumotlar bilan ta'minlanadi va tizimning har xil parametrlarini kuzatib va ularni boshqaradi. Bir tarmoqda bir yoki bir necha markazlar mavjud bo'lib, bu tarmoq hajmiga bog'liq.

Tarmoqni boshqarish markazi (NMT). Tarmoqni markazlashgan boshqarish tarmoqni boshqarish markazida amalga oshiriladi (NMT). Tarmoqda faqat bitta markaz zarur, undan mintaqaviy tarmoqlarni boshqaruviga javob beruvchi OMC/OSS larni boshqarish amalga oshiriladi. Bunday markazlashgan yondashishning afzalligi bo'lib NMT personali umumiy tarmoqqa bog'liq bo'lgan uzoq muddatli tsratetik muammolarni yechishga diqqatlanib, mintaqaviy OMC/OSS lokal personali esa regional bo'lgan qisqa muddatli yoki taktli muammolarni yechishga harakat qiladi.

OMC/OSS va NMC funktsiyalarining yig'indisi shu bir tarmoq tugunida yoki har xil fizikaviy ob'ektlarda amalga oshirilgan kombinatsiyalar bo'lishi mumkin.

OMC dan SS tizimiga kirish qanday amalga oshirilsa, xuddi shunday BSS tizimiga ham amalga oshiriladi.

MS bu tizimlarning hech biriga qarashli emas, lekin tarmoq elementi sifatida qaraladi.

Kommutatsiya tizimining (SS) tarkibi

Mobil aloqaning kommutatsiya markazi (MSC) mobil aloqa uchun kommutatsiya vazifasini bajaradi. Bu markaz boshqa telefon tarmoqlaridan va ma'lumotlarni uzatish tarmoqlaridan tushadigan barcha kirish va chiqish chaqiriqlarini nazorat qiladi. Bunday tarmoqlarga PTSN, ISDN, umumiy foydalanish ma'lumotlar tarmog'i, korporativ tarmoqlari va shunday boshqa operatorlarining mobil aloqa tarmoqlarini kiritishimiz mumkin. Abonentning

haqiqiyligini tekshirish xizmati ham MSC da bajariladi. Bundan tashqari chaqiriqlarni marshrutlashtirishni ta'minlaydi va chaqiriqlarni boshqarish funksiyasini bajaradi. MSC ga radiokanallarni kommutatsiyalash funksiyasi ham yuklatiladi. Shu bilan birga mobil stantsiyasining bir sotadan boshqa sotaga ko'chish jarayonida «etsafetali uzatishni» ta'minlab halaqitlar yoki buzilishlar paydo bo'lganida sotadagi ishchi kanallarni almashlab ulashni ham MSC bajaradi.

Shuningdek, MSC hisob qiluvchi markazga (billing-markazi) jo'natuvchi hisob ma'lumotlarini shakllaydi, amalga oshirilgan so'zlashuvlar bo'yicha ma'lumotlarni to'playdi. Tarmoqning ishlashini nazorat qilish va uni optimizatsiyalashga zarur bo'lgan tsatitsik ma'lumotlarni to'plash ham MSC funksiyasiga kiradi. MSC shuningdek mobil stantsiyaning turgan joyini qayd qilish va boshqarishni uzatish tayanch stantsiyalarning quyi tizimlariga boshqarishini topshirishdan mutsasno tartibda boshqaradi.

Mobil stantsiyalarining ko'chishlarini kuzatish uchun kommutatsiya markazida abonentlar joylashgan joyning regitsri (HLR) va ko'chma abonent joylashgan joyning regitsri (VLR) foydalaniladi.

Abonentlar joylashgan joyning regitsri (HLR). GSM tizimida har bir operator o'zining PLMN ga tegishli bo'lgan barcha abonentlari haqidagi informatsiyalari mavjud bo'lgan ma'lumotlar bazasiga ega. Bu ma'lumotlar bazasi bitta yoki bir necha HLR da tashkil etilishi mumkin. Abonent haqidagi ma'lumot HLRga abonentning ro'yxatdan o'tish vaqtida kiritiladi (abonent bilan xizmat ko'rsatish uchun shartnoma tuzilganida) va abonent shartnomani bekor qilmaguncha va HLR regitsridan o'chirib tashlanmaguncha saqlanadi.

HLR da saqlanadigan ma'lumot o'z ichiga quyidagilarni oldi:

- Abonent identifikatori;
- Abonentga biriktirilib qo'yilgan qo'shimcha xizmatlar;
- Abonentning turgan joyi haqidagi ma'lumotni;
- Abonentning autentifikatsion ma'lumotini.

HLR tarmoqning shaxsiy tuginida amalga oshirilishi ham mumkin yoki bo'lak. Agar HLR sig'imi to'lgan bo'lsa qo'shimcha HLR o'rnatiladi. Agar

tarmoqda bir necha HLR tashkillashtirilgan bo'lsa umumiy ma'lumot bazasi yagona bo'lib qoladi – tarmoqlangan. Abonent haqidagi yozuv bir martagina qilinadi va doimiy bo'lib qoladi. Abonentlarning tarmoqlararo roumingini ta'minlash uchun HLRda saqlanuvchi ma'lumotlarga shu tarmoqning va boshqa tarmoqlarning barcha MSC va VLRlari masofadan kirib foydalanish imkoniga ega.

Ko'chma abonent joylashgan joyning regitsri (VLR). VLRning ma'lumotlar bazasi shu vaqt momentidagi MSC xizmat ko'rsatish zonasida joylashgan barcha mobil aloqa abonentlari haqidagi ma'lumotlarga ega bo'ladi. Shunday qilib, har bir MSC uchun tarmoqda o'zining VLR mavjud emas. V VLRda abonent haqidagi ma'lumot vaqtincha saqlanadi, va shunga ko'ra bog'liq bo'lgan MSC berilgan zonasi ichida joylashgan barcha abonentlarga xizmat ko'rsatish imkoniyatiga ega bo'ladi. VLR taqsimlangan HLR sifatida ham ko'rilishi mumkin, sababi HLR da saqlanadigan abonent haqidagi ma'lumotlar nusxasi VLR da saqlanadi.

Birorta MSC nazoratidagi zonada boshqa MSC nazoratidagi zonaga abonent ko'chirilsa, unda oxirgi MSC ko'chma stantsiyani qayd qiladi, VLRga ega stantsiya chaqirig'iga yetkaziladigan aloqa hududi nomeri haqida axborot kiritiladi. Mazkur abonentning ma'lumotlari saqlangan HLR dan ma'lumotlarning aynan o'zi VLRga yoziladi. Ammo lekin VLR dagi ma'lumotlar uning nazorati otsidagi zonada abonentning qancha vaqt turishiga qadar saqlanadi va undan keyin o'chiriladi. Ma'lumot yangilanganidan so'ng MS chiqish/kirish bog'lanishlarini amalga oshira oladi.

Autentifikatsiya markazi (AUC). Tarmoqni ruxsatsiz (sanktsiyasiz) kirib foydalanishdan himoya qilish maqsadida autentifikatsiya- abonentning haqiqiyligiga ishonch hosil qilish – mexanizmi kiritiladi. Abonent vakolatini tekshiradigan autentifikatsiya markazi bir nechta bloklardan iborat bo'lib AUC kalitlarini va algoritmini shakllantiradi (parollarni ishlab chiqarish amalga oshiriladi). Uning yordamida abonent vakolatini tekshiradi va uning tarmoqqa kirib foydalanishini ta'minlaydi. AUC autentifikatsiya jarayoning parametrlari haqidagi yechimni qabul qiladi va EIR qurilmani identifikatsiyalash regitsrida jamlangan

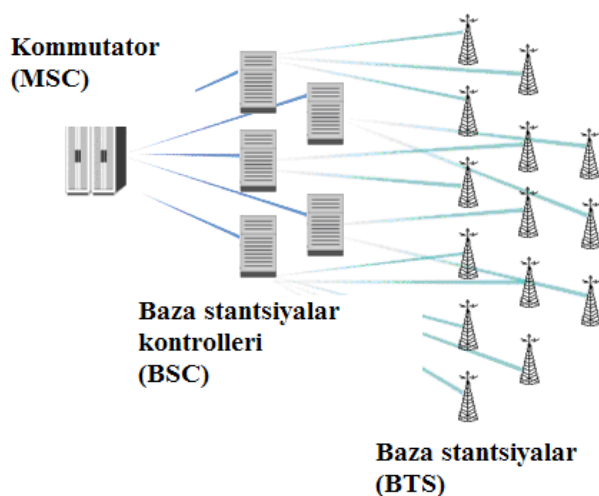
ma'lumotlar bazasi asosidagi abonent stantsiyalarining shifrlash kalitlarini aniqlaydi.

Abonentning uskunasini identifikatsiya qilish regitsri (EIR) – bu mobil stantsiyalarining indentifikatsiyalangan raqamlari haqidagi ma'lumotlariga ega ma'lumotlar bazasi. Berilgan ma'lumot o'g'irlangan trubkalarni blokirovka qilishni amalga oshirish uchun zarur. Bu regitsr (EIR) mobil operatorlariga qo'shimcha sifatida taklif etiladi, shuning uchun ko'pchilik operatorlar berilgan regitsrni foydalanishmaydi.

Baza stantsiyalar tizimining (BSS) tarkibi

Baza stantsiya kontrolleri (BSC) GSM tarmog'idagi radiokannalarining ishlashiga tegishli bo'lgan barcha funktsiyalarini boshqaradi. Bu katta sig'imiga ega bo'lgan kommutator xisoblanib, MS almashlab ulovchi (handover), radiokanallarini biriktirish va sotalar konfiguratsiyasi haqidagi ma'lumotlarni yig'ish funktsiyalarini ta'minlaydi. Har bir MSC bir necha BSC ni boshqarish imkoniyatiga ega.

Baza stantsiya (BTS) MS radiointerfeysi bilan boshqaradi. BTS o'z ichiga transiverlar (qabul qilgich-uzatkichlar) va antenنالarga o'xshash bo'lgan radioqurilmalarini oladi, bular tarmoqdagi har bir sotaga xizmat ko'rsatish uchun zarur hisoblanadi. BSC kontrolleri bir necha BTSni boshqaradi (2.2-rasm).



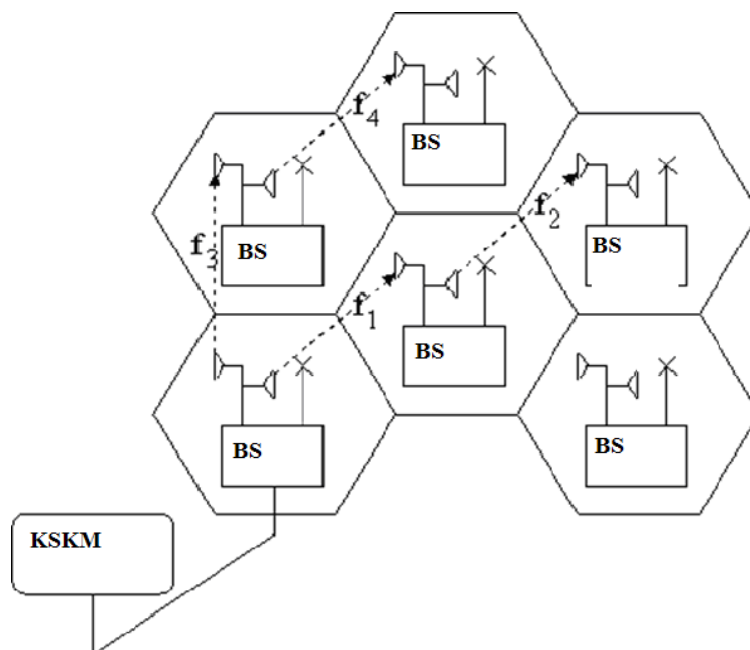
2.2-rasm. MSC ning baza stantsiyalar tizimi bilan bog'lanishi.

2.2. GSM transport tarmog'ining radiorele aloqasi

GSM da aloqaning transport tarmog'i radioreleli aloqa liniyalari yordamida yoki OTAL yordamida amalga oshiriladi.

GSM tarmog'ida baza stantsiyasi faqat ma'lumot manbai bo'lib hisoblanadi. Barcha ma'lumotlar esa RRL bo'yicha uzatiladi. Ya'ni BTS kontrollerdan qanday uzoq masofada joylashgan bo'lishiga qaramasdan transport tarmog'i kontrollerga ma'lumotning uzatilishini ta'minlab beradi [13].

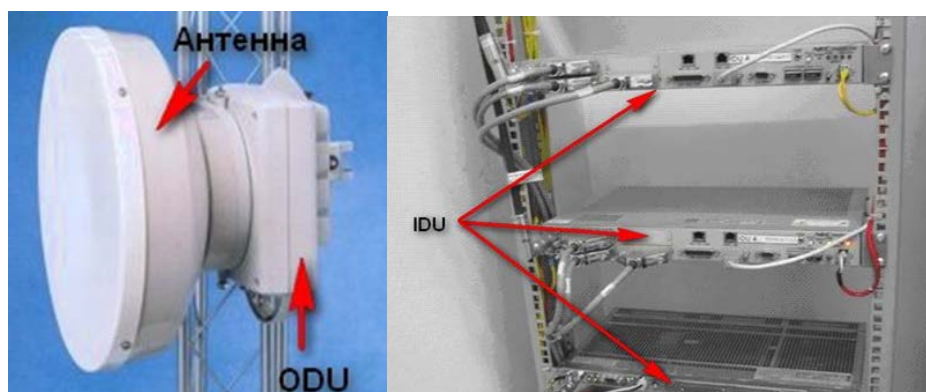
2.3-rasmda tayanch stantsiyalarining Raqamli RRL yordamida bog'langan tarmog'ining bir qismi ko'rsatilgan. Har bir tayanch stantsiyasida MS bilan bog'lanishi uchun ko'p tomonlama yo'naltirilgan antenna va ikki tomonlama yo'naltirilgan RRL antennisasi o'rnatilgan. Raqamli RRL chastotalari $f_1, \dots, f_4$ deb belgilangan.



2.3-rasm. Baza stantsiyalarining raqamli RRL yordamida bog'langan tarmog'ining bir qismi.

Radiorele aloqa – qabul qilgich – uzatkich (retranslyatsion) radiostantsiyalarining ketma-ketligidan hosil bo'lgan radioaloqaning bir turi. Er

utsidagi radioreleli aloqa odatda detsi- va santimetrli to'liqlarida amalga oshiriladi (yuz megagertsdan o'nlagan gigagertsgacha).



2.4-rasm. Raqamli radiorele stantsiyasining antennisasi va tashqi bloki.

2.4-rasmda raqamli radiorele stantsiyasining antennisasi, va yana antenna orqasida bevosita joylashgan tashqi bloki (ODU) ko'rsatilgan. Shunday, xonaga qo'yiladigan ichki bloki ham mavjud (IDU).

Radioreleli aloqa oraliq hosil qiluvchi ikki stantsiya orasida to'g'ri ko'rishini mavjudligini ko'zda tutadi. Shuning uchun, transport tarmog'ini rejalashtirish yetarli darajada murakkab masala ekanligini bildiradi. Tabiiyki, buning uchun qimmat baholi datsurli ta'minot foydalaniladi.

ODU tashqi blokining funktsiyalari (NEC PASOLINK misolida):

ODU bu qabullagich-uzatkich bloki bo'lib, quyidagi funktsiyalarni amalga oshiradi:

- Xizmat texnik kanali signalining modulyatsiya/demodulyatsiyasi (u bo'yicha xizmat so'zlashuvlari tashkillashtiriladi);
- Oraliq chastotasining radiochastotaga qayta o'zgarishi (ot IDU dan faqat 850 MGts signali tushadi), va shunday teskari qayta o'zgarishi;
- Uzatkichni ko'chaytirishni avtomat turdagi sozlash;
- Ishdan chiqish signalizatsiyasi va boshqarish.

IDU ichki blokining funktsiyalari:

IDU bu aslida modem. Stantsiyani boshqarish va konfiguratsiyalash, NEC firmasining ShK foydalanish bilan IDUga bevosita o'lanish yordamida amalga oshiriladi. Blokning amalga oshiradigan bir necha funktsiyalari quyidagicha:

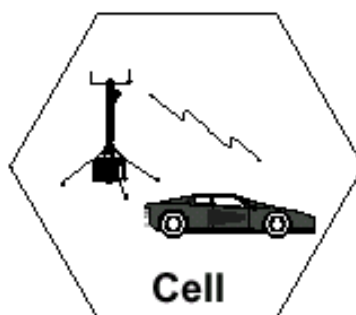
- Signalning modulyatsiyasi/demodulyatsiyasi;
- Qabul qilinuvchi signalni raqamli qayta ishlash;
- Aloqa kanalini qabul/uzatishga kompensatsiyalash;
- Ishdan chiqish signalizatsiyasini uzatish;
- LAN signalini uzatish va boshqalar.

2.3. GSM tarmog'ining geografik tuzilishi va chastotalar diapazoni

GSM tarmog'ining geografik tuzilishi

Har bir telefon tarmog'i chaqiriqlarni talab qilinuvchi stantsiyasiga va keyin abonentga mashrutlash uchun belgili tuzilishini talab qiladi. Mobil aloqasi tarmog'ida bunday tuzilish ayniqsa, muhim, chunki abonentlar tarmoq bo'yicha harakatda bo'lishadi, ya'ni o'zlarining joyini o'zgartirishadi va bu joylashgan joyi doimo kuzatilishi kerak [14].

Sota sotali tizimining tayanch elementi bo'lib xisoblanadi va bir antenna bir tayanch stantsiyasini ta'minlanuvchi radioqoplanish doirasi sifatida aniqlanadi (2.5-rasm).



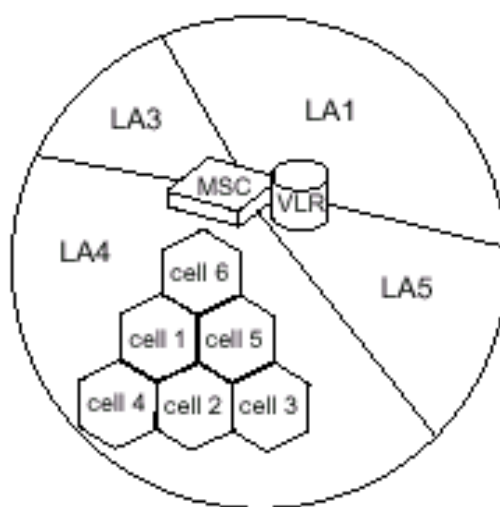
2.5-rasm. Sota.

Har bir sotaga o'zining, sotaning global identifikatori (CGI) deb ataluvchi noyob raqami belgilanadi. Misoli, bir davlatni qoplovchi tarmoqda sotalar soni juda ko'p bo'lishi mumkin.

Joylashish zonasi (LA) sotalar guruhi sifatida aniqlanadi. Abonentning tarmoq ichida joylashgan joyi, abonent shu vaqt ongida joylashgan LA bilan bog'liq bo'ladi. Bu berilgan LA identifikatori VLR da saqlanadi.

Ikki sota orasida MS har xil LAgaga tegishli chegarani kesib o'tganida, u tarmoqqa yangi LA haqida axborot uzatadi. Bu faqat, agar MS «Erkin» (Idle) rejimida bo'lganida amalga oshadi. Yangi joylashgan joyi haqida axborot bog'lanish o'rnatilishi davomida uzatilmaydi, bu jarayon bog'lanish bo'shatilganidan so'ng amalga oshadi. Agar MS bir LA atrofidagi sotalar orasida chegarani kesib o'tsa, u yangi joylashgan joyi haqida tarmoqqa xabar bermaydi. MS ga kirish chaqirig'i tushganida peydjing xabari bir LA ga tegishli barcha sotalar chegarasida tarqaladi.

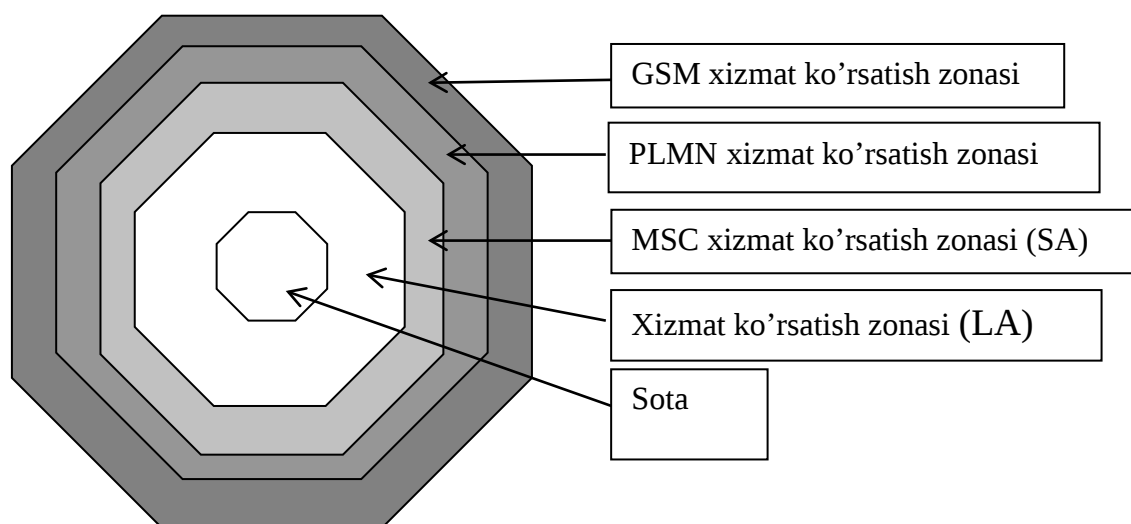
MSC xizmat ko'rsatish zonasi bir MSC boshqarilishida joylashgan qandayda LA sonlaridan turadi va tarmoqning geografik qismini aks ettiradi. MSga chaqiriq yo'naltirish uchun MSC xizmat ko'rsatishi zonasi haqida axborot ham zarur, shuning uchun xizmat ko'rsatish zonasi kuzatiladi va u haqidagi axborot ma'lumotlar bazasiga (HLR) yoziladi.



2.6-rasm. MSC xizmat ko'rsatish zonasi.

PLMN xizmat ko'rsatish zonasi o'zi bilan bir operator tomonidan xizmat ko'rsatadigan sotalar yig'inini beradi va operator abonentga o'zining tarmog'iga kirishni va radioqoplashni ta'minlaydigan zona sifatida aniqlanadi. Har bir operator uchun bir PLMN dan xizmat ko'rsatuvchi zonasini belgilaydi va bir mamlakat ichida bir nechta xizmat ko'rsatish PLMN zonasi bo'lishi mumkin. Roumingin aniqlash MSning bir PLMN xizmat ko'rsatish zonasidan boshqasiga ko'chish holatida ishlatiladi. 2.6-rasmda turli xizmat ko'rsatish mintaqalari orasidagi nisbiyligi taqdim etilgan.

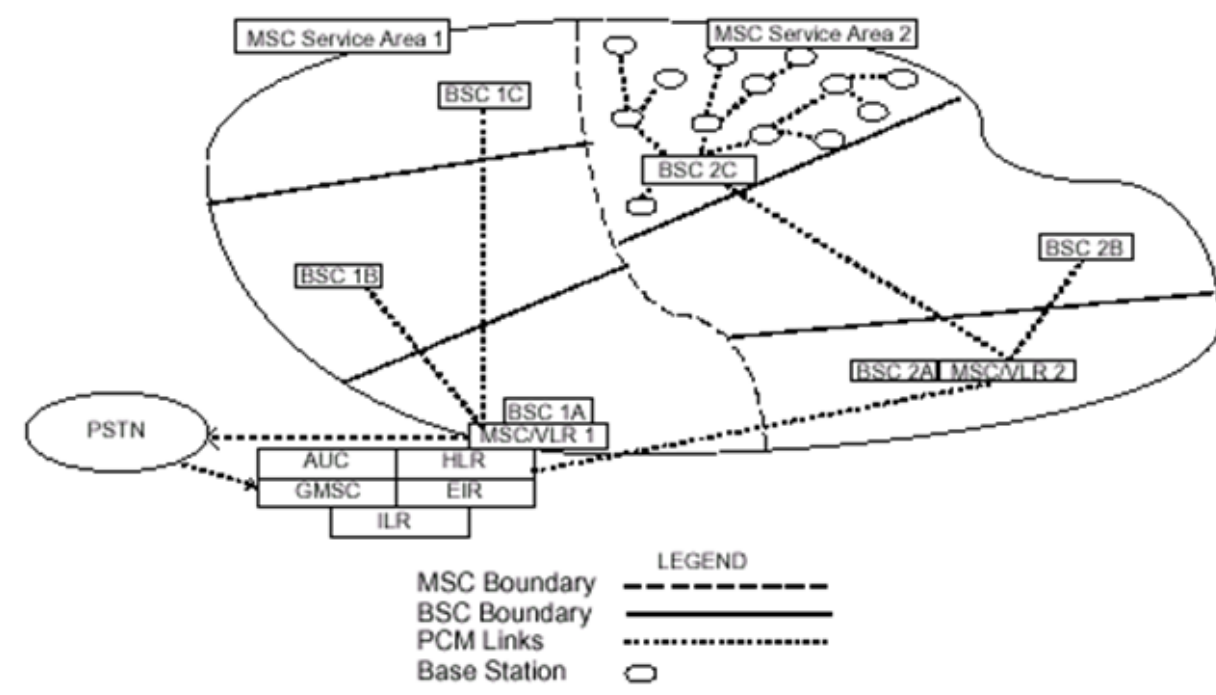
GSM xizmat ko'rsatish zonasi o'zi bilan abonent GSM tarmog'iga kirishni olishi mumkin bo'lgan barcha geografik mintaqasini taqdim etadi. GSM xizmat ko'rsatish zonasi yangi operatorlarining abonentlarga xizmat ko'rsatish bo'yicha birgalikda ishlashini nazarda tutadigan shartnomalarni imzolashiga qarab ko'paymoqda. Hozirgi vaqtda GSM tarmog'ining xizmat ko'rsatish zonasi bir qancha oraliqlar bilan Irlandiyadan Avstraliyagacha va Janubiy Afrikadan Amerikagacha qamraydi. Haliqoraliq rouming – bu termini qachon MS bir milliy PLMN dan boshqa milliy PLMNgaga ko'chgan xolatida foydalaniladi (2.7-rasm).



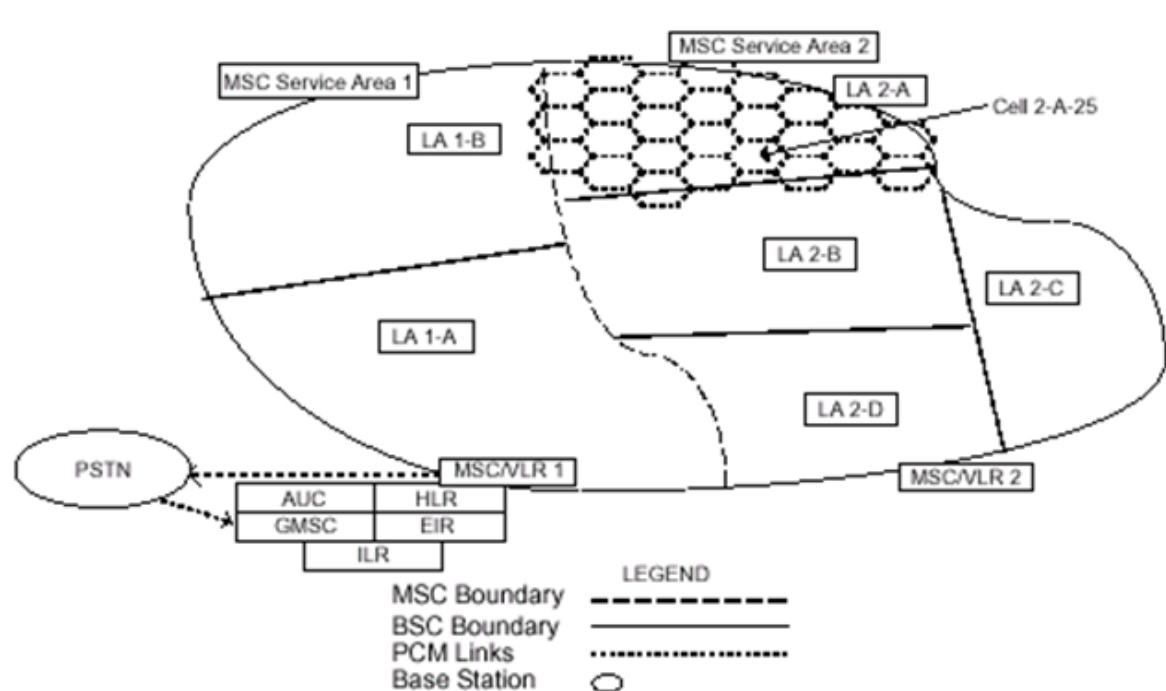
2.7-rasm. GSM zonalari orasidagi ierarxik o'zaro bog'liqlik.

2.8, 2.9-rasmlarda berilgan shu bir tarmoqqa har xil nuqtai nazardan kelib chiqqan holda taqdimlanishi.

2.8-rasm tarmoq tuginlarining joylashishi va ularning apparatli ta'minlanish darajasidagi o'zaro harakatini tasvirlaydi. 2.9 – rasm tarmoqning datsuriy ta'minot sathidagi geografik joylashishini tasvirlaydi.



2.8-rasm. Tarmoq tuginlarining joylashishi va ularning apparatli ta'minlanish darajasidagi o'zaro harakati.



2.9-rasm. Tarmoq uzellarining joylashishi va ularning datsuriy ta'minot sathidagi o'zaro harakati.

GSM ning chastotalar diapazoni

GSM o'z ichiga uch chastota diapazonini oladi: 900, 1800, 1900 MGts (2.10-rasm).

900 MGts diapazoni. Boshlanishidan GSM standartiga 900 MGts diapazoni ajratilgan edi. Hozirgi kunda berilgan diapazon dunyoviy bo'lib qoladi [5]. Qandaydir mamlakatlarda, tarmoqning katta hajmini ta'minlovchi kengaytirilgan chastota diapazonlari ishlatiladi. Kengaytirilgan chastota diapazonlari, oddiy diapazon P-GSM (primary) nomlangan bir paytda E-GSM va R-GSM deb nomlanadi.

- P-GSM900 890-915/935-960 MHz
- E-GSM900 880-915/925-960 MHz
- R-GSM900 890-925/935-970 MHz



2.10-rasm. GSM chastota diapazonlari.

1800 MGts diapazoni. 1990 yili operatorlar orasidagi raqobatni oshirish uchun, United Kingdom 1800 chastota diapazoniga moslashgan GSMning yangi versiyasini rivojlantirib boshladi. Berilgan diapazon tasdiqlanganidan so'ng darrov bir necha davlatlar chastotaning bu diapazonini foydalanishga buyurtma berishdi. Berilgan diapazonining kiritilishi operatorlar sonining ko'payishiga olib keldi, raqobatning o'sishiga, va mos ravishda xizmat ko'rsatish sifatining yaxshilanishiga olib keldi. Berilgan diapazonini qo'llash o'tkazish polosasini ko'paytirish xisobiga tarmoqning hajmini ko'paytirishga va mos ravishda tashuvchilarning ko'payishiga imkoniyat beradi. 1800 chastotalar diapazoni qo'yidagi dupleksli chastotalar juftligini foydalanadi: GSM 1710-1785/1805-1880 MHz.

1997 yilgacha 1800 standarti Digital Cellular Sytsem (DCS) 1800 MHz deb nomlanib, hozirgi kunda GSM 1800 degan nomga ega.

1900 MGts diapazoni. 1995 yili AQSh da PCS (Personal Cellular System) konsepsiyasi spetsifikatsiyalandi. Bu kontsepsiyaning asosiy ideyasi shaxsiy aloqani taqdimlash imkoniyati bo'lib, ya'ni ikki mobil stantsiyasi orasida emas, ikki abonent orasidagi aloqani o'rnatadi. PCS bu xizmatlarning sotali texnologiyalari asosida amalga oshirilishini talab etmaydi. Lekin hozirgi kunda bu texnologiya berilgan konsepsiyasi uchun samaradorli deb tan olingan. PCSni amalga oshirish uchun ochiq chastotalari 1900 MGts ichida joylashgan. Modomiki Shimoliy Amerikada GSM 900 standarti ishlatilishi mumkin emas, chunki bu chastota polosasi boshqa standart bilan band bo'lganligi uchun GSM 1900 standarti bu oraliqni to'ldirish imkoniyati bo'lib xisoblanadi. GSM 1900 va GSM 900 amerikalik standartlar orasida asosiy farqi GSM 1900 standarti ANSI signalizatsiyasini qo'llaganida bo'lib topiladi.

GSM 800 diapazoni. An'anaviy turda 800 MGts polosasi AQSh da keng tarqalgan TDMA (AMPS va D-AMPS) standarti bilan band edi. GSM 1800 standartidagidek bu standart qo'shimcha litsenziyalarni olish imkoniyatini beradi, ya'ni standartning milliy tarmoqlarida operatorlarga qo'shimcha sig'imini taqdim etib ishlash imkoniyatini kengaytiradi.

2.1-jadval. Chastota diapazonlari.

Uzatish	Chastota diapazonlari				
	P-GSM 900	E-GSM 900	R-GSM 900	GSM 1800	GSM 1900
Uplink (MGts)	890 – 915	880 - 915	890 – 925	1710 – 1785	1850 – 1910
Downlink (MGts)	935 – 960	925 - 960	935 – 970	1805 – 1880	1930 – 1990

2.1-jadvaliga har xil chastota diapazonlarining solishtirmali ma'lumotlari kiritilgan.

2.4. Mobil stantsiya

Mobil stantsiyasi abonent tomonidan tizimga kirish uchun foydalaniladi va ikki bir biriga bog'liq bo'lmagan qismlardan tashkil topadi:

- SIM – abonentni indentifikatsiyalash moduli;
- MT - Mobile Terminal (Mobil qurilmasi).

SIM-karta – bu xotira moduliga ega, abonentni indentifikatsiyalaydigan axborot saqlanadigan piko-protssessor (Ki va IMSI). Mobil qurilma – bu telefon terminali («trubka» deb ataluvchi).

Mobil stantsiya funktsiyalari

Uzatish va qubul qilish. Axborotni uzatish va qabul qilish jarayonlari bosqichma-bosqich amalga oshiriladi [3].

Mobil stantsiyasi amalga oshiradigan o'lchashlar va jarayonlar.

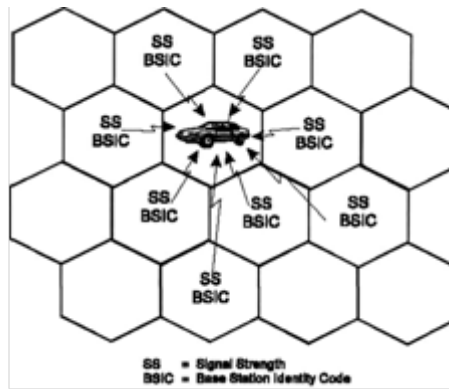
Mobil stantsiya, Idle va Busy rejimlarida bo'lib hamma vaqt BSC uzatgan raqamlarining chastotalardagi signal sathini o'lchashni amalga oshiradi. Sathlarni solishtirish asosida Cell Reselection va Handover protseduralari amalga oshiriladi. Bu protseduralar batafsil keyinroq ko'rib chiqiladi.

Faol rejim (Active mode).

O'rnatilgan bog'lanish davomida MS tizimni SACCH kanal orqali xizmat ko'rsatiluvchi sotada qabul qilinuvchi signal sathi haqida doimiy turda xabar uzatadi. Signal sathi va sifati MS va BTS bilan o'lchanadi.

MS qachon Busy holatida bo'lganida ham qo'shni sotalar tashuvchilarini o'lchashni amalga oshiradi.

Berilgan o'lchashlar BSC kontrolleri tomonidan eng yaxshi sotaga xendover haqidagi yechimin qabul qilish uchun foydalaniladi (2.11-rasm).



2.11-rasm. Qo'shni sotalardan signallarni o'lchash.

Discontinuous Transmission (DTX) qo'shimcha imkoniyatlari.

Discontinuous Transmission (DTX) uzlikli uzatish – MS akkumulyator batareyasining quvvatini saqlash usuli. DTX funksiyasiga ega MS foydali axborot (nutq) borligini aniqlaydi va faqatgina nutqni topgan holatida uzatkichni ON rejimida qo'shadi. Agar nutqli signallar bo'lmasa MS uzatkichi o'chik. Agar MS o'rnatilgan aloqada nutq yo'qlini aniqlasa, u, TCH kanalining band bo'lishi davomida uzatkich oziqlanishini o'chirish uchun "Pots" signalini uzatadi. Va teskarisi, qachon MS nutq signalini aniqlasa, u, TSN kanalida ON uzatkichini qo'shish uchun "Pre" signalini uzatadi. Pots signali, TRC da generatsiyalanuvchi va boshqa abonentga uzatiladigan fonli shovqin (komfortli) haqidagi axborot bilan o'zaro harakatlanadi.

Komfortli shovqini abonentlarga bog'lanish uzilishga tushmagani haqida xabar qilish uchun zarur.

MS davriy turda, BTS fonli shovqinining (update) yangilanishini amalga oshirganiga ishonch hosil qilish uchun, Pots signalini so'zlashuvning pauzasida (to'xtashida) uzatadi.

DTX funksiyasi radiointerfeysida interferentsiya sathida ijobiy ta'sir ko'rsatadi, chunki uzatish doimo olib borilmaydi, natijada interferentsiya kamayadi.

Uzlukli qabul qilish (DRX) MS ning energiyasini saqlashning boshqa usuli bo'lib uzlukli qabul qilish bo'lib xisoblanadi Discontinuous Reception (DRX).

BTS kirish chaqirig'ini uzatish uchun foydalaniluvchi chaqiruvchi kanali bir

necha kichik kanallariga ajratiladi. Har bir MS ga bir kichik kanali belgilangan, va MS faqat uni tinglaydi, qolgan boshqa vaqtda esa "sleep mode" o'xlash rejimida bo'ladi. Bu vaqtda MS energiyasini sarflamaydi.

Mobil stantsiyalarining klasslari.

MS ning har xil turlari turli chiqish quvvatiga ega, shuning uchun, MS ning harakat radiusi ham har xil bo'ladi. Olib yuriladigan telefonlar odatda kichik chiqish quvvatiga ega, shuning uchun xizmat ko'rsatish zonasining kichik radiusiga ega bo'ladi. MS GSM tavsiyalariga ko'ra bir necha sinflarga ajraladi. Sinflarga ajralish kriteriyalarining biriga MS ning chiquvchi tarqaluvchi quvvati bo'lib xisoblanadi (2.2-jadval).

2.2-jadval. MT ning klassifikatsiyasi.

Klass	GSM900	GSM1800	GSM1900
1	20 Vt (43 dBm)	1 Vt (30 dBm)	1 Vt (30 dBm)
2	8 Vt (39 dBm)	0.25 Vt (24 dBm)	0.25 Vt (24 dBm)
3	5 Vt (37 dBm)		2 Vt (33 dBm)
4	2 Vt (33 dBm)		
5	0.8 Vt (29 dBm)		

Hozirgi vaqtda eng keng tarqalishiga ega mobil terminallari GSM 900 diapazonida 4 sinfga va GSM 1800 diapazonida 1 sinfga tegishli terminallar bo'lib xisoblanadi.

Abonentning identifikatsiya moduli (SIM)

GSM standartining muhim xususiyati Subscriber Identity Module - SIM-kartasi bo'lib xisoblanadi. SIM-karta – bu bir tomondan axborotni saqlash uchun xotira yacheykasi bo'lib, boshqa tomondan – tripletlarni xisoblovchi piko-protssessor. SIM-kartasiz MS faqat favqulottagi chaqiriqlar rejimida ishlashi mumkin.

SIM-karta o'zida abonent haqida uch turdagi ma'lumotni saqlaydi:

- Qayd qilingan ma'lumotlar: doyim IMSI kartasida saqlanuvchi ma'lumotlar, Ki va AZ/A8 algoritmlari;
- Tarmoq haqidagi vaqtincha ma'lumotlar: so'nggi LA, so'nggi VA varag'i, taqiqlangan PLMN va boshqalar;
- Xizmatlarga oid ma'lumotlar.

SIM-karta turlari. Hozirgi vaqtda SIM-kartning 2 turi ishlab chiqarilgan. Ularga "ID-1 SIM" va "Plug-in SIM" turlari kiradi. Mantiqiy va elektrik funktsiyalari ikki turdagi SIM-kartalari uchun bir xil.

ID-1 SIM shakli va o'lchami Integrated Circuit (1S) turidagi kartasi uchun mo'ljallangan ISO standarti bilan mos keladi, ya'ni kredit kartalari o'lchami bilan.

O'rnatilgan SIM-karta (Plug-in SIM) SIM-karta ID-1 ga qaraganda o'lchami kichik va keng tarqalgan. Bu karta MT ga vaqtincha o'rnatilishini ko'zda tutadi (2.12-rasm).



2.12-rasm. ID-1 SIM va Plug-in SIM.

Xavfsizlikni ta'minlash funktsiyalari. GSM SIM-karta tomonidan ko'rsatishi mumkin bo'lgan xavfsizlikni ta'minlashning bir qator funktsiyalarini belgilaydi [12].

Ularga quyidagilar kiradi:

- Autentifikatsiya kalitlarini generatsiyalash, algoritmi A3;
- Abonentning shaxsiy kalitini saqlash, Ki;
- Shifrlash kalitlarini generatsiyalash, algoritmi A8;
- shifrlash kalitining Ks va kirish parolining SRES talabi bo'yicha saqlash va taqdim etish;
- SIM-kartada saqlanadigan ma'lumotlarga kirishni nazorat qilish.

SIM da saqlanadigan ma'lumotlarga talablar. SIM GSM operatori tarmog'i haqida ma'lumotni saqlaydi. Bu ma'lumot mobil stantsiyasiga, GSM xizmatlariga yoki PLMN ga tegishli. SIM da saqlanadigan ma'lumotlar ikki kategoriyali guruhga bo'linadi: majburiy va majburiy emas.

Majburiy ma'lumotlar:

- Ma'muriy ma'lumot: SIM ning ish rejimini bayon qiladi, masalan, oddiy rejim yoki namunaviy tasdiqlangan (tetsli rejimi) rejimi.

- IS kartasining identifikatsiyasi, SIM identifikatsiyalaydigan noyob ma'lumot:

ICCID – kartaning xalqora identifikatori. Bu kartaning noyob fizik raqami (seriyali zavod raqami turi). Bu raqam chipning platsmassa qismiga bosiladi.

ICCID=89701+99+010000000001 - 19 raqamdan turadi;

Rasshifrovkasi:

rasshifrovka ITU-T E.118 tavsiyasiga asoslangan:

89 - telekommunikatsiya uchun platsik kartasi;

7 - Rossiya (ITU-T E.164 tavsiyasi) 01 – federal tarmog'i GSM-900;

99 - operator tarmog'I;

01 – aymoq.

- SIM xizmatlar jadvali: SIM ning ta'minlaydigan qo'shimcha xizmat turlarini ko'rsatadi (so'nggi terilgan raqamlar, PLMN tanlash);

- International Mobile Subscriber Identity (IMSI): identifikatsion raqami, abonentni identifikatsiyalash uchun tarmoq tomonidan ishlatiladigan.

IMSI=MCC+MNC+MSIN=250+99+91Xi...X8;

- Joylashgan o'rni haqidagi ma'lumot: LAI, davriy turda yangilanadigan;

- Shifrlash kaliti (KJ);

- Shifrlash kalitining tartib raqami;

- Sotani tanlashda foydalanilgan oxirgi chastotalar (VA lits);

- Taqiqlangan PLMN;

Tilni tanlash bo'yicha yordam: abonent tanlagan til.

Joylashgan o'rni haqidagi ma'lumot, Ks va shifrlash kalitining tartib raqami doimo o'zgarib turishi mumkin.

Undan boshqa, SIM aloqa xavfsizligini ta'minlash bo'yicha qo'yidagi talablariga mos ravishda ma'lumotlarni saqlashga imkoniyat beradi:

- Personal Identification Number (PIN) - PIN kod;
- PIN kodning aktivatsiya indikatori / deaktivatsiya;
- Xato kiritilgan PIN kodlarning sonini xisoblagichi;
- PIN Unlock Key (PUK) - PUK kod;
- Xato kiritilgan PUK kodlarning sonini xisoblagichi.

MS abonent ma'lumotlari. Iqlash davomida MT (Mobile Terminal) ga uzatilgan barcha abonent ma'lumotlari SIM-karta olib tashlanganidan yoki MS o'chirilganidan so'ng o'chirilishi kerak. Bunday ma'lumotga misol bo'lib PIN va PUK kodlari xizmat qilishi mumkin.

PIN-kodni nazorat qilish. PIN 4 dan 8 gacha raqamiga ega. Boshlang'ich PIN kodi operator tomonidan mobil aloqa xizmatini sotishda o'rnatiladi. Bundan so'ng, abonent xoxishi bo'yicha PIN kod uzunligi o'zgartirilishi mumkin. Yana abonentning o'zi PIN koddan foydalanishni aktivlashtirishi va deaktivlashtirishi mumkin. PIN kod xato kiritilganda abonent bu haqida axborotlandiradi. PIN kod uch marta xato kiritilganidan so'ng SIM blokirovka qilinadi. Agar xato kirilgan PIN kodlar orasida SIM karta apparatdan chiqarilsa ham, SIM karta uchinchi marta xato kiritilgan PIN koddan so'ng blokirovka qilinadi, chunki SIM da xato kiritilgan PIN kodlarni xisoblagichi mavjud.

SIM blokirovkasi/deblokirovkasi. Agar SIM-karta blokiroakalansa, GSM tarmog'iga kirish mumkin bo'lmaydi. SIM ni blokirovkadan chiqarish uchun abonent PIN-kodni blokirovkadan chiqarish kodini kiritishi kerak (Unblocking Key) PUK. PUK kodi 8 raqamidan tashkil topgan. Agar PUK kodi xato kiritilsa abonent bu haqida axborotlandiriladi. PUK kodini 10 martagacha xato kiritish mumkin, va undan so'ng tizim MS ni blokirovka qiladi. MS ning blokirovka holatida abonent operatorga SIM – kartasini almashtirish bo'yicha mo'rojat qiladi.

2.5. GSM tarmog'ning qo'shimcha xizmatlari

Qo'shimcha xizmatlar - bu asosiy xizmatlarni to'liqtiradigan yoki o'zgartiradigan (modifikatsiyalaydigan) xizmatlar bo'lib, tayanch xizmatlarisiz ko'rsatilishi mumkin emas [2]. Ularni operatorga alohida buyurtma qilish zarur. Qo'shimcha xizmat turlarining qo'yidagilari mavjud:

Chaqiriqning manzilini o'zgartirish. Chaqiriqning manzilini o'zgartirish xizmati foydalanuvchining xoxishi bo'yicha chaqiriqning yo'nalishini o'zgartirishga imkoniyat beradi. GSMda bu xizmatni aniq teleservis (nutqli bog'lanish, fakslar va boshqalar, SMS dan boshqa) uchun aktivlashtirish-deaktivlashtirish imkoniyati mavjud. Qo'yida chaqiriqning manzilini o'zgartirishning xar xil turlari keltirilgan:

- So'zsiz chaqiriqning manzilini o'zgartirish – bu barcha chaqiriqlarni o'zgartirish, MS ning holatidan mustaqil ravishda;

- «Kirish mumkin emas holati bo'yicha» chaqiriqning manzilini o'zgartirish - bu, agar abonent tarmoqning xizmati doirasidan tashqarisida qolgan holda chaqiriqning manzilini o'zgartirish. Bu xizmat, agar MS Detached holatida va agar u peydjinga javob bermagan holda ham bir xil ishlaydi;

- Abonentning bandligi bo'yicha manzilini o'zgartirish – bu MS Busy holatida bo'lsa barcha chaqiriqlarni manzilini o'zgartirish. Bu xizmat agar Call Waiting (chaqiriqni ko'tishga qo'yish) xizmati aktivlangan bo'lmagan holda ishlaydi;

- Javob bermagani bo'yicha manzilini o'zgartirish - bu abonent chaqiriqqa qanday-da vaqt davomida javob bermagan holda manzilini o'zgartirish. Xizmatni aktivlashtirish uchun xizmat qo'shilishidan oldin telefon qancha jiringlashi kerak ekanligi haqidagi vaqtni ko'rsatish zarur.

- Aloqani ta'qiqlash. Aloqaning taqiqlanishi faqat operator tomonidan aktivlanadigan va foydalanuvchi tomonidan aktivlanadiganlarga ajraladi. Quyida abonent tomonidan aktivlanadigan aloqani taqiqlash xizmatining misollari keltirilgan:

• Chiqish bog'lanishlarni taqiqlash – bu xizmat abonentga berilgan kriteriyalarga mos ravshda chiqish aloqasini cheklash imkoniyatini beradi:

- Barcha chiqish bog'lanishlarni taqiqlash;
- Barcha xalqaro chiqish bog'lanishlarni taqiqlash;
- «Uydagi» tarmog'iga yo'naltirilganidan boshqa barcha chiqish bog'lanishlarni taqiqlash;

• Kirish bog'lanishlarni taqiqlash – bu xizmat abonentga berilgan kriteriyalarga mos ravishda kirish aloqasini cheklash imkoniyatini beradi:

- Barcha kirish bog'lanishlarni taqiqlash;
- Xalqaro roumingida barcha kirish bog'lanishlarni taqiqlash.

Chaqiriqni kutish. Bu xizmat abonentga so'zlashuv vaqtida kutishda turgan ikkinchi chaqiriq haqida bildirishnoma olishiga imkoniyat beradi. Yana «raqamni aniqlash» xizmati qo'shilgan bo'lsa, MS signal kanali orqali chaqiruvchi abonentining raqamini oladi.

Chaqiriqni ushlab turish. Bu xizmat bog'lanish o'rnatilganida ikkinchi chaqiriqni qabul qilish yoki ikkinchi chiqish bog'lanishini amalga oshirishga imkoniyat beradi. Bunda birinchi bog'lanish «ushlab turish» rejimida turadi, ya'ni MSC so'zlashuvni ikkinchisiga o'tkazadi.

Konferens-alloqa. Bu xizmat chaqiriqni ushlab turishga o'tkazib va bir necha (ikkita abonent) abonent bilan bir vaqtda so'zlashishga imkoniyat beradi.

Raqamni aniqlash xizmati.

• Chaqiruvchi abonentining raqamini aniqlash – bu xizmat mobil telefon displeyida chaqiruvchi abonentining raqamini (MSISDN) tasvirlash imkoniyatini beradi.

• Raqamning aniqlanishini ta'qiqlash – bu xizmat, chaqiruvchi abonentining raqamini aniqlanishini taqiqlash imkoniyatini beradi.

• Ulangan liniya raqamini aniqlash – bu xizmat chaqiruvchi mobil

stantsiyasining displeyida chaqiriqqa javob bergan abonentining raqamini tasvirlash imkoniyatini beradi.

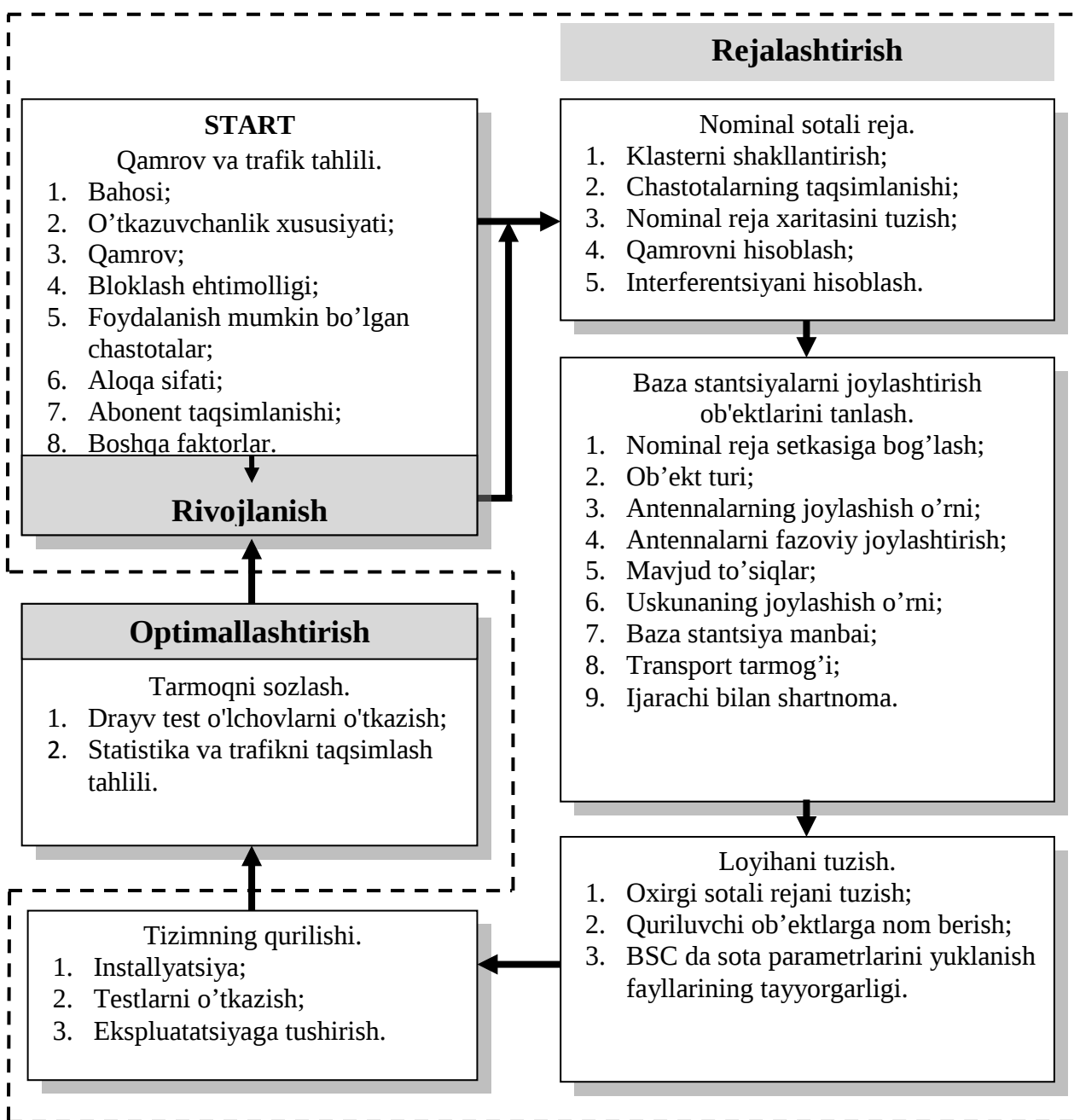
- Ulangan liniyani aniqlanishini taqiqlash – bu xizmat CLIR o'xshash bo'lib, faqat ulangan liniyaga tegishli.

Foydalanuvchilarning yopiq guruhi. Bu xizmat abonentlarni guruhga birlashtirish va har biriga aloqa imkoniyatini (chiqish/kirish, guruh ichida va tashqi foydalanuvchilar bilan) belgilashga mumkinchilik beradi.

3. GSM SOTALI TARMOG'IDA CHASTOTALAR REJALASHTIRILISHI, OPTIMALLASHTIRISH VA QURILISH TAHLILI

3.1. Qamrov zonasi, chastotalar va baza stantsiyalarni o'rnatish tahlili

3.1-rasmda sotali tizimning rejalashtirilishi ketma-ket blok-sxemalar ko'rinishida ko'rsatilgan.



3.1-rasm. Sotali tizimning rejalashtirilishining ketma-ket blok-sxemalar ko'rinishi.

Qamrov va trafik tahlili

Tizimning bahosi. Loyihalanuvchi sotali aloqa tizimining narxi ahamiyatga ega bo'lgan faktorlarning biri bo'lib xisoblanadi. Tizimning qurilishiga sarflangan xarajatlar belgilangan muddat ichida qoplanishi kerak. Aniq tizimning loyihalanishida texnik, finans, marketing bo'yicha mutaxassislar guruhi biznes-reja ishlab chiqishlari zarur, bunda operatorning texnikaviy va finans imkoniyatlaridan, bozor sharoitidan kelib chiqqan holda mumkin bo'lgan xarajatlar hajmi va aniq loyiha amalga oshirishidan taxminan foydaning hajmi baholanishi kerak.

Tizimning o'tkazuvchanlik xususiyati. Tizimning loyixalanishining boshlang'ich bosqichida tizimning o'tkazuvchanligi deganimizda xizmat ko'rsatiluvchi abonentlarining taxminlangan soni tushiniladi. Loyihalanish bosqichida tarmoqning o'tkazuvchanligi belgilangan mahallada mobil aloqasi bozorining barcha potentsial sig'imini qoniqtirish uchun yetarli bo'lib tanlanishi kerak [7].

Qamrov (xizmat ko'rsatish zonasi). Shahar sotali aloqa tarmog'ining radioqoplanish zonasi shaharning, shahar chetki qismidagi aholi punkt va xabarlar yo'llarining barcha territoriyasini qoplashi kerak.

Chaqiriqlarni bloklash ehtimolligi. Chaqiriqlarni blokirovka ehtimolligi yoki (GoS - Grade of Service) – tarmoqda ortiqcha yuklanishi natijasida bog'lanish o'rnatish harakatining muvaffaqiyatsiz foyizini Erlang B. formulasi yordamida xisoblanadi, va yuklama kattaligi, trafik kanallarining soni berilganida chaqiriqlarning blokirovka ehtimolligini xisoblash uchun foydalaniladi.

Barcha kanallar band bo'lgan vaqt ongida chaqiriqlarning tushish ehtimolligi quyidagi formula yordamida xisoblanishi mumkin:

$$B_{\text{blok.}} = \frac{A^N}{N! \sum_{Z=0}^N \frac{A^Z}{Z!}}$$

Bu erda, N – trafik kanallar soni; A – xizmat ko'rsatiluvchi yuklama, Erlang;

Bir abonentning yuklamasi qo'yida formula yordamida xisoblanishi mumkin:

$$A = \frac{n \cdot T}{3600}$$

Bu erda, n – vaqt oralig’ida bog’lanishlar soni, masalan, 1 soat yoki 3600 sek.; T- bog’lanish davomidagi so’zlashishning o’rtacha vaqti, sek.

Operatorlik litsenziyalari talablariga mos ravishda umumiy foydalanish milliy sotali tarmog’i ichida rad etishlar kattaligi $R_{0Tk} < 5\%$ darajasida, bir abonentga xisoblangan solishtirma yuklamasi 0.015 Erlang qabul qilinadi. Ba’zida, loyihalashtirishga zaxira belgilab bir abonentga ChNN da 0.025 Erl ga va blokirovka ehtimolligi 2% ga teng (kirish+chiqish) yuklamadan kelib chiqqan holda trafik xisobatini amalga oshirishadi. O’zbekitsondagi sotali aloqa operatorlarining tajribasi bir abonent tomonidan keltirib chiqaruvchi yuklamasi (0.007 - 0.016) Erl darajasida bo’lishini ko’rsatadi.

Hisoblashlarni soddalashtirish uchun Erlang B. formulasi bo’yicha yechimlar natijasini Erlang jadvali ko’rinishida berish qabul qilingan (3.1-jadval).

3.1-jadval. Erlang jadvali.

P	.007	.008	.009	.01	.02	.03	.05	.1	.2	.4	p
1	.00705	.00806	.00908	.01010	.02041	.03093	.05263	.11111	.25000	.66667	1
2	.12600	.13532	.14416	.15259	.22347	.28155	.38132	.59543	1.0000	2.0000	2
3	.39664	.41757	.43711	.45549	.60221	.71513	.89940	1.2708	1.9299	3.4798	3
4	.77729	.81029	.84085	.86942	1.0923	1.2589	1.5246	2.0454	2.9452	5.0210	4
5	1.2362	1.2810	1.3223	1.3608	1.6571	1.8752	2.2185	2.8811	4.0104	6.5955	5
6	1.7531	1.8093	1.8610	1.9090	2.2759	2.5431	2.9603	3.7584	5.1086	8.1907	6
7	2.3149	2.3820	2.4437	2.5009	2.9354	3.2497	3.7378	4.6662	6.2302	9.7998	7
8	2.9125	2.9902	3.0615	3.1276	3.6271	3.9865	4.5430	5.5971	7.3692	11.419	8
9	3.5395	3.6274	3.7080	3.7825	4.3447	4.7479	5.3702	6.5464	8.5217	13.045	9
10	4.1911	4.2889	4.3784	4.4612	5.0840	5.5294	6.2157	7.5106	9.6850	14.677	10
11	4.8637	4.9709	5.0691	5.1599	5.8415	6.3280	7.0764	8.4871	10.857	16.314	11
12	5.5543	5.6708	5.7774	5.8760	6.6147	7.1410	7.9501	9.4740	12.036	17.954	12
13	6.2607	6.3863	6.5011	6.6072	7.4015	7.9667	8.8349	10.470	13.222	19.598	13
14	6.9811	7.1154	7.2382	7.3517	8.2003	8.8035	9.7295	11.473	14.413	21.243	14
15	7.7139	7.8568	7.9874	8.1080	9.0096	9.6500	10.633	12.484	15.608	22.891	15
16	8.4579	8.6092	8.7474	8.8750	9.8284	10.505	11.544	13.500	16.807	24.541	16
17	9.2119	9.3714	9.5171	9.6516	10.656	11.368	12.461	14.522	18.010	26.192	17
18	9.9751	10.143	10.296	10.437	11.491	12.238	13.385	15.548	19.216	27.844	18
19	10.747	10.922	11.082	11.230	12.333	13.115	14.315	16.579	20.424	29.498	19

20	11.526	11.709	11.876	12.031	13.182	13.997	15.249	17.613	21.635	31.152	20
21	12.312	12.503	12.677	12.838	14.036	14.885	16.189	18.651	22.848	32.808	21
22	13.105	13.303	13.484	13.651	14.896	15.778	17.132	19,692	24.064	34.464	22
23	13.904	14.110	14.297	14.470	15.761	16.675	18.080	20.737	25.281	36.121	23
24	14.709	14.922	15.116	15.295	16.631	17.577	19.031	21.784	26.499	37.779	24
25	15.519	15.739	15.939	16.125	17.505	18.483	19.985	22.833	27.720	39.437	25
26	16.334	16.561	16.768	16.959	18.383	19.392	20.943	23.885	28.941	41.096	26
27	17.153	17.387	17.601	17.797	19.265	20.305	21.904	24.939	30.164	42.755	27
28	17.977	18.218	18.438	18.640	20.150	21.221	22.867	25.995	31.388	44.414	28
29	18,805	19.053	19.279	19.487	21.039	22.140	23.833	27,053	32.614	46.074	29
30	19.637	19.891	20.123	20.337	21.932	23.062	24.802	28.113	33.840	47.735	30
31	20.473	20.734	20.972	21.191	22.827	23.987	25.773	29.174	35.067	49.395	31
32	21.312	21.580	21.823	22.048	23.725	24.914	26.746	30.237	36.295	51.056	32

Foydalanish mumkin bo'lgan chastotalarning tahlili. Loyihalash mumkin bo'lgan kirish chastotalarini taxlillashda BSS tayanch stantsiyalarining kichi tizimlarining elektromagnit mosligini (EMS) baholash muhim punkti bo'lib xisoblanadi. EMS ikki darajada ko'rib chiqiladi:

- EMS tizimlar orasidagi;
- EMS tizim ichidagi.

Tizimlar orasidagi EMS talablari doirasida, koordinatsion masofa ichida va mos keladigan chastota diapazonlarida ishlaydigan BSS kichik tizim qabul qiluvchi-uzatuvchi qurilmalarining maxsus va fuqorolik radioelektron vositalari (RES) bilan birgalikdagi ishlashini ta'minlaydigan masalalari ko'rib chiqiladi. Tizimlar orasidagi EMS ni ta'minlashning asosi bo'lib O'zbekiston Respublikasi radioaloqa reglamenti tomonidan aniqlanadigan chastotali diapazonini taqsimlash xisoblanadi.

Tizimlar orasidagi EMS ni taxlillash aloqa operatorining radiochastotalarini foydalanishi uchun Radiochastotalar bo'yicha Davlat Qo'mitasi tomonidan ruxsatnoma berilish bosqichida olib boriladi.

Tizimlar orasidagi EMSni ko'rib chiqishda ob'ektili EMSni ta'minlash masalalarini ajratish mumkin. Ob'ektili EMS bir ob'ektda o'rnatilgan xar xil RES birga ishlashini ta'minlash kerak, va tarqaluvchi radiochastotalar, ularning garmonikalari va intermodulyatsiya natijalari ta'siri otsida o'zaro xalaqtning

yo'qligini nazarda tutadi.

Aloqa sifati. Sotali aloqa tizislarida sifati ko'plagan faktorlar bilan aniqlanadi.

Loyihalashtirishda hisobga olinadi:

- blokirovka ehtimolligi (GOS);
- RX Quality;
- SQI (Speech Quality Index).

Abonent taqsimlanishini tahlili. Berilgan bosqichida taxlillanadi:

- territoriyaning qurilish zichligi, uning bir tekis emasligi;
- berilgan tumanda avtomobil yo'llarining yo'nalishi va yuklanishi;
- PTSN yoki PLMN mavjud tarmoqlarining yuklanish statitsikasi.

Olingan ma'lumotlar asosida sotali tarmoq topologiyasi aniqlanadi. BSS tayanch stantsiyalarining kichik tizim topologiyasi sotali tuzilish asosida quriladi. Sotalar radiusi o'tkazuvchanlik xususiyati bo'yicha talablari va abonentlik yuklamasining zichligiga mos ravshda tanlanadi. Sotalarning o'lchamlarining 3 gradatsiyasini ajratadi:

- (3.5 - 35) km radiusiga ega makrosotalar;
- (0.5 - 3.5) km radiusiga ega makrosotalar;
- 0.5 km gacha radiusiga ega pikosotalar.

Shunday qilib, tayanch stantsiyalarining kichik tizimlari topologiyasi abonentlik yuklamasining kattaligiga, zichligiga va terri toriya taqsimlanishiga moslashadi.

Boshqa faktorlar. PLMN qurilishida quyidagilarni ham hisobga olish kerak:

- mintaqada boshqa operatorining paydo bo'lish ehtimolligi. Agar bunday operator mavjud bo'lsa, unda uning ish faoliyati baholanadi, narx politikasi, uning tarmog'ining kamchiliklari va yutuqlari hisobga olinadi;

- aholining moddiy sharoiti va to'lash qobiliyati baholanadi.

Shuningdek, qanday qilib bo'lsa ham loyihalashtirish jarayoniga ta'sir etadigan texnikaviy, iqtisodiy va ijtimoiy faktorlari.

Shuni aytish zarur, trafikning lokal ko'paygan joylarida o'tkazuvchanligini oshirish uchun mikrosotalar makrosotalarga qo'shila oladi.

Nominal sotali reja

Nominal sotali reja – bu kelajakdagi sotali tarmog'ining grafik tasvirlanishi va u geografik xaritasining ustiga qo'yilgan sotalar yig'indisi ko'rinishiga ega. Oldindan BS ning va sotalarning xaritada joylashishini aniqlashimizdan oldin hisobotlar o'tkazishimiz zarur.

BS sonini aniqlash. Bazaviy stantsiyalarning umumiy soni ikki parametri bilan aniqlanadi:

- uzluksiz radioqoplashni ta'minlash;
- zarur o'tkazuvchanlik bilan ta'minlash.

Boshlang'ich bosqichida tizimda yuklanish qanday va qancha mug'dorda taqsimlanishini oldinnan aytish mumkin emas. Loyihalashning bu bosqichida bizga berilgan teritoriyani uzluksiz ravshda radioqoplanishini ta'minlashimiz zarur. BS orasidagi masofani GSM 1800 qabulqilgich-uzatkichlarini sig'imini oshirish uchun kiritish holatida signal sifati va kuchi bo'yicha talablar qoniqtirilishi uchun tanlashimiz zarur [8].

O'tkazuvchanlik xususiyatini aytadigan bo'lsak, unda biz uning kattaligini yarimtezlikli kanallarini (HR) foydalanish va qabulqilgich-uzatkichlarning sonlarini o'zgartirish hisobiga yetarli darajada keng turda o'zgartira olamiz.

Qo'shni BS orasidagi optimal masofa va sotalar radiusi chastotaviy diapazonidan va joyning turiga bog'liq. Pastda keltirilgan kattaliklar Ericsson kompaniyasi tomonidan ikkid diapazonli GSM 900/1800 standartlari tarmog'ini qurishda tavsiya etilgan (3.2-jadval).

3.2-jadval. Sotalarning optimal o'lchamlari.

	GSM 1800		GSM 900	
	Sota radiusi, km.	BS orasidagi masofa, km.	Sota radiusi, km.	BS orasidagi masofa, km.
Shahar	2.7	4.0	3.7	5.6
Shahar chetki joyi	5	7.5	8.1	12.2
Ochiq joyi	22	33	27	41

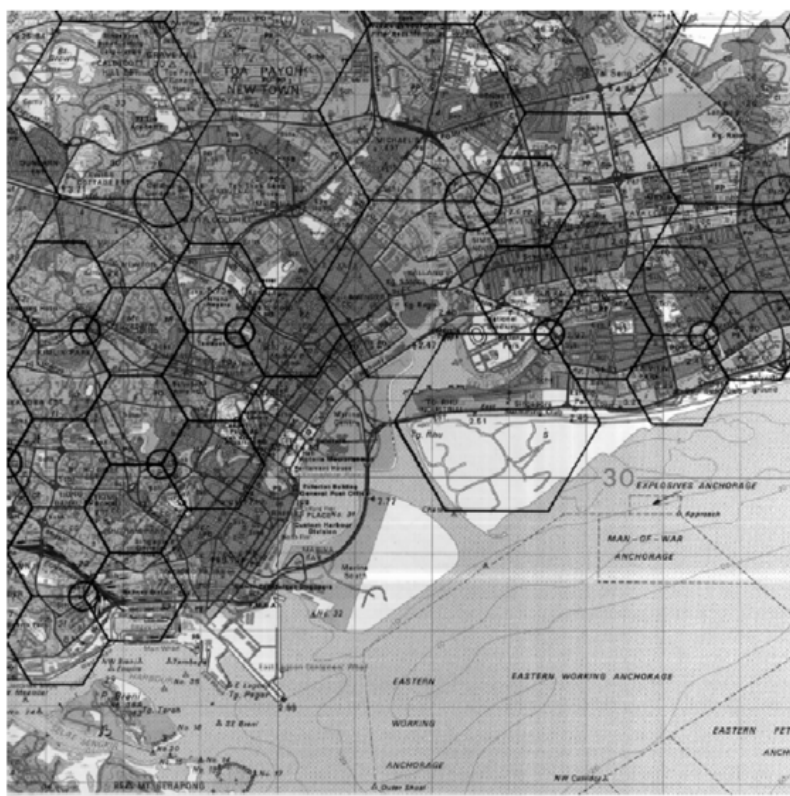
Bu o'lchamlar uzluksiz qoplash kriteriyasi bo'yicha BS larning zarur sonini aniqlash uchun o'lcham bo'lib hisoblanadi.

Katta hajmdagi yuklama taxminlangan joylarda, trafikning kam konsentratsiyalanish joyiga qaraganda BS larni bir biriga yaqin joylashtirish zarur.

Nominal sotali rejaning xaritasini tuzish. Taxmin qilingan yuklama va talab qilinuvchi qoplanish haqidagi ma'lumotlar to'planganidan so'ng, xaritada tarmoqning geografik taqdimlanishini ifodalovchi nominal sotali rejasi tuziladi, 3.2-rasm.

Aytib o'tish zarur, nominal sotali reja sotali rejalashtirishning birinchi bosqichi bo'lib hisoblanadi.

Nominal sotali rejasi olinganidan so'ng loyihachilar qoplashni, chastotalarni va interferentsiyalarni hisoblashni boshlashadi.



3.2-rasm. Nominal sotali reja.

Qanrov va interferentsiyani hisoblash. Samaradorli loyihalashtirish uchun belgili bir sharoitlarda radioto'lqinlarning tarqalish qonunlarini hisobga olish zarur. Bunday hisobotlarni amalga oshirish uchun maxsus kompyuterli dasturlar

mavjud bo'lib, unda mintaqaning raqamli xaritasi kiritilgan va shahar va shahar chetki joyi qurilishida "Okamura-Xata", "Li" va shunga o'xshash radioto'lqinlarning tarqalishining empirik umumqabul modellari foydalaniladi.

Bu algoritmlarga asoslangan hisoblash dasturlari, quyidagi imkoniyatlarga ega:

- baza stantsiyalarining qoplash zonalarini oldin aytish;
- kelajakdagi tarmoqning interferentsiya zonasini oldin aytish;

Hisoblash dasturlari uchun kiritilish ma'lumotlarga quyidagilar kiradi:

- chastota diapazoni;
- BS joylashishi;
- BS nurlanish quvvati;
- antenna tizimlarining parametrlari.

Antennalarning yo'naltirilish diagrammalarini hisobga olish zarur.

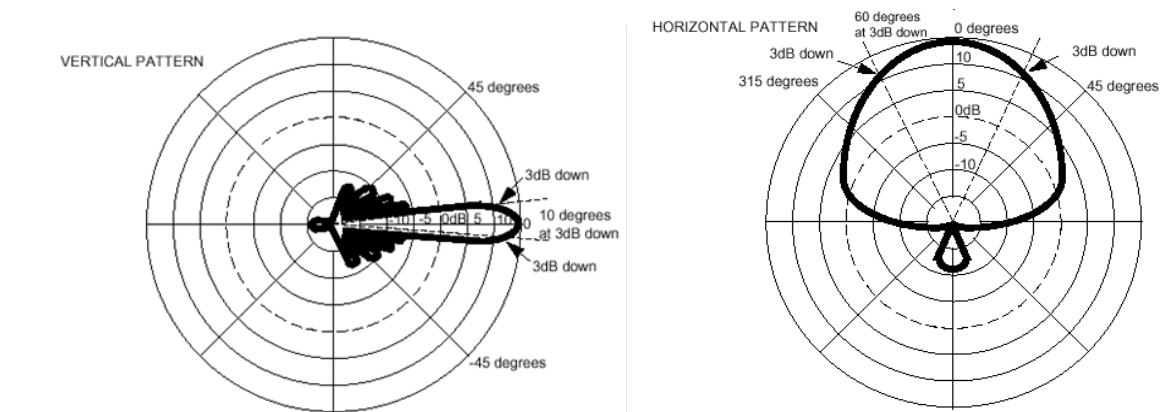
3.3-jadvalda antennali tizimlarni tanlashda hisobga olish kerak bo'lgan ma'lumotlar misoli keltirilgan.

3.3-jadval. Allgon 7331.06 antenna parametrlari.

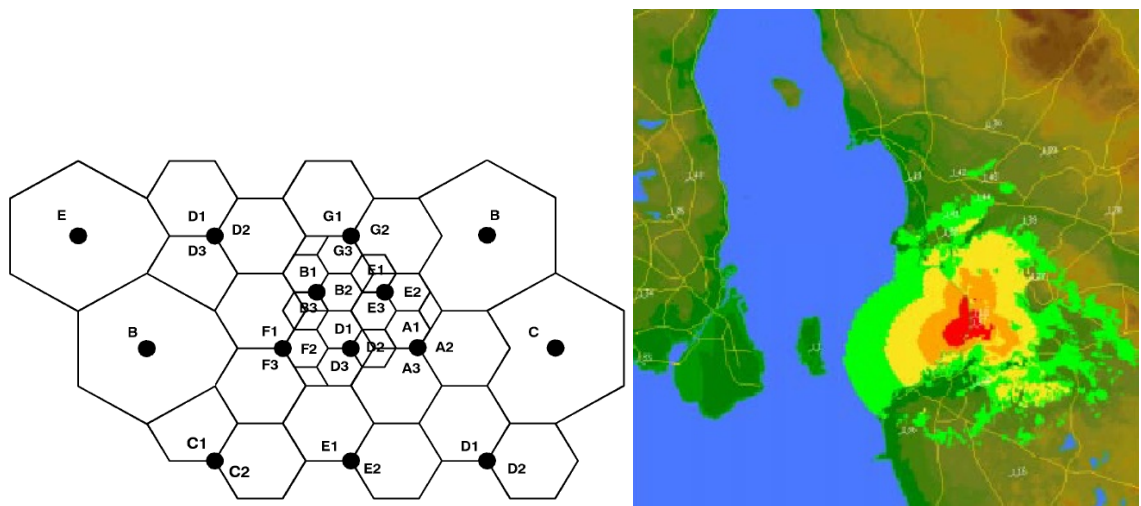
Parametr	Qiymati
Ko'chlanish koeffitsienti	16 dBi
Polyarizatsiya	X–polyarizatsiya 45°
3 dB darajasi bo'yicha vertikal tekislikdagi DN kengligi	9°
3 dB darajasi bo'yicha gorizont tekislikdagi DN kengligi	65°
Maksimal kirish quvvati	portga 300 Vt

Bu antenning yo'naltirilish diagrammasi 3.3-rasmda keltirilgan.

Radioto'lqinlarining tarqalishi. Nominal sotali rejasini tuzish soddalashtirilgan (ideallashtirilgan) bo'lib hisoblanadi. Radioto'lqinlarning tarqalishiga haqiqatdan ham ko'plagan faktorlar ta'sir ko'rsatadi (mintaqa, uyni, harakatdagi ob'ektining va b. reliefi). Radioto'lqinlarning ko'pnurli tarqalishi, to'siqlar bilan bog'liq muammolar tizimning umumiy qoplanishida paydo bo'ladi. Haqiqiy holatda, 3.4-rasmda ko'rsatilganidek, bir sotali qoplanish shakli ideal olti yoqlik emas, 3.5-rasmda murakkabroq shaklga ega.



3.3-rasm. Allgon 7331.06 antennasi uchun vertikal va gorizontal tekisliklarida yo'naltirilishining normalangan diagrammalari.



3.4-rasm. Sotalarning ideal shakli.

3.5-rasm. Sotalarning real shakli.

Yuqorida aytib o'tilgan muammolardan boshqa GSM tizimida yana bir muammo mavjud - bu vaqt dispersiyasi. Bu muammo uzoqlashgan ob'ektlaridan radioto'lqinining qaytishidan kelib chiqadi. Bu muammoni baholash uchun sifat ko'rsatkichi - C/R Carrier-to-Reflection nisbati (S asosiy signalining R qaytarilgan signaliga nisbati) foydalaniladi.

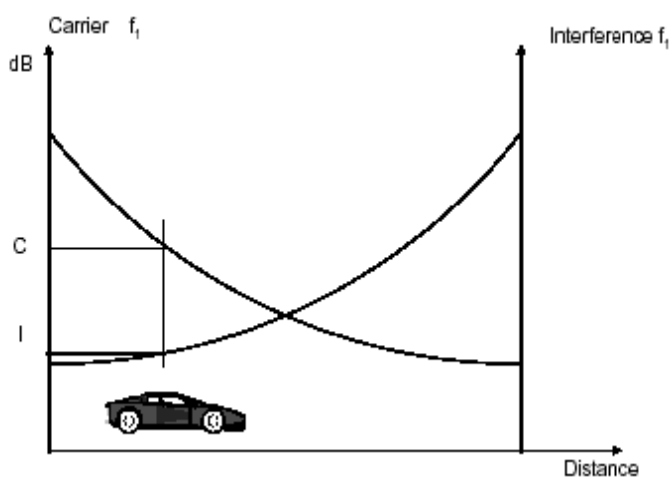
Ochiq tumanlari uchun radioto'lqinlarining tarqalishi to'g'ri qurish zonasida amalga oshiriladi. Bunday hollarda signalning kam so'nishidan juda uzoq masofalarda qabul qilish mumkin.

Lekin, GSM tizimida sotalarning maksimal radiusi 35 km. ni tashkil etadi. Oxirgisi vaqtincha tuzatish bilan kelishilgan (Time Alignment). Bunday holda muammo kelib chiqmasligi uchun tizim opsiyalarini foydalanish zarur, masalan, Extended Range opsiyasi, bunda (Time Alignment) TA ko'rsatkichini ketma-ket vaqt intervallarini TDMA foydalanish yo'li bilan oshirishimiz mumkin va, shu bilan xizmat ko'rsatish zonasini 72 km.gacha va undan ham ko'proqqa oshirishga imkoniyat beradi.

Chastotalarni takroran foydalanish. Chastota resursining cheklangan sharoitida ajratilgan chastota diapazonidan chastotalarni takroran foydalanish katta territoriyalarda uzluksiz radiochastotali qoplanishni ta'minlash imkoniyatini beradi. Sotali rejalashtirishning klassik nazariyasida sotalar klasterlarga guruhlanadi, har bir klasterda aniqlangan masofadan so'ng takrorlanadigan belgilangan chastotalar to'plami ishlatiladi [6].

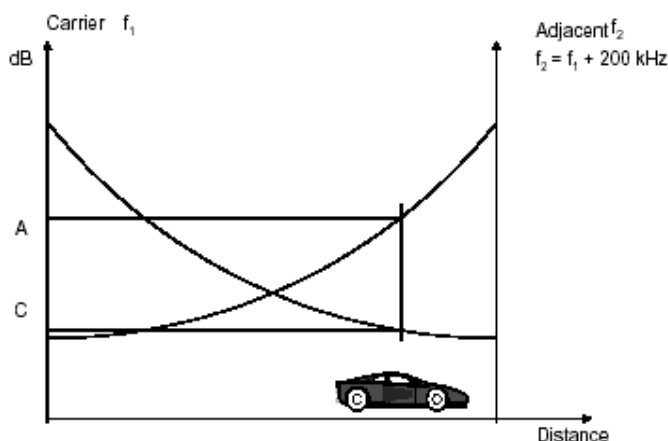
Interferentsiya. Katta territoriyalarni uzluksiz koplanishini ta'minlashdan boshqa chastotalarni takroran foydalanish sotali aloqa tarmoqlarida tizimning o'tkazuvchanlik xususiyatini oshiradi. Lekin, hamma narsa uchun to'lash kerak deganlaridek, chastotalarni takroran foydalanishning yomon tarafi – bu interferentsiyaning paydo bo'lishi. Sotali aloqa tizimini loyihachilari asosan ichki tizimining EMS (S/I, S/A)ni baholaydi.

S/I - Carrier – to – Interference. Asosiy kanal bo'yicha interferentsiya (3.6-rasm).



3.6-rasm. Asosiy kanal bo'yicha interferentsiya.

S/A – Carrier – to – Adjacent (3.7-rasm). Qo'shni kanal bo'yicha interferentsiya (+/- 200, 400 kGts).



3.7-rasm. Qo'shni kanal bo'yicha interferentsiya.

Ichki tizim EMS ga talablar GSM standartida kiritilgan:

- asosiy kanal bo'yicha: $C/I < 9$ dB;
- qo'shni bo'yicha, qayta qurish (+/-200 kGts): $C/A < -9$ dB;
- qo'shni bo'yicha, qayta qurish (+/-400 kGts): $C/A < -41$ dB.

Tizimlar orasidagi EMSni taxlillash Davlat radiochastotalar xizmati (GKRChS) tomonidan aloqa operatorlarining belgilangan radiochastotalarni foydalanishiga ruxsatnoma berilish bosqichida olib boriladi. Ichki tizim EMS hisoblanishi va taxlillanishi operator tomonidan amalga oshirilishi kerak.

Sotali aloqa tarmoqlari ichki tizim EMS bu tarmoqda ishlab turgan radiovositalari orasida o'zaro radioshovqin bo'lmasligin ta'minlab beradi. Ichki tizim EMSning asosiy kriteriyasi bo'lib interferentsiyaning mumkin bo'lgan kattaligi hisoblanadi, u GSM standarti tomonidan belgilangan qiymatidan katta bo'lmasligi zarur.

EMS ichki tizimiga quyidagi masalalar kiradi:

1. Efir muxitida radioqurilmalarning qabul qilish va uzatish traktleri orasida va antenna-fiderli tizimining xar xil elementlari orasida da, tayanch stantsiyalarining uzatkichi va qabul qilgichlarini birlashtirishda zarur chastotali yechimlarni ta'minlash;
2. Bir sota ichidagi qo'shni radiokanallirining nurlanishi, va shuning bilan

aralash sotalarda bir xil va qo'shni radiokanallarida o'zaro yo'naltirilgan nurlanishining yo'qligi.

GSM 900 diapazonida sotalarning klaster tuzilishini shakllantirish va chastotalarni taqsimlash. Xar xil chastotalar to'plamiga ega sotalar guruhi klaster deb ataladi. Uning aniqlanish parametri bo'lib qo'shni sotalarda foydalaniladigan chastotalar soni hisoblanadi.

Sotali aloqa printspi asoslanadigan ahamiyatli g'oyasi bo'lib aralashmagan sotalarda chastotalarni takroran foydalanish hisoblanadi. Chastotalarni takroran foydalanishni tashkillashtirishning birinchi usuli birinchi avlod analog tizimli harakatdagi sotali aloqasida ishlatilgan bo'lib, bu usulda tayanch stantsiyalarida aylana diagrammali yo'naltirilgan antennalarni foydalangan. U bir xil quvvatdagi signalni barcha yo'nalishda uzatishni mo'ljallaydi, bu esa abonent stantsiyalari uchun barcha tayanch stantsiyalaridan barcha yo'nalishda halaqt qabul qilishi bilan baravar.

Ajratilgan chastotalar to'plamini takroran foydalanish mumkin bo'lgan tayanch stantsiyalari bir biridan «himoya intervali» deb nomlanuvchi D masofaga o'rnatilgan. Shu bir chastotalarni takroran foydalanish imkoniyati aloqaning sotali tizimlarida chastotali spektrini yuqori samaradorlik bilan foydalanishni belgilaydi.

Klaster ichida chastotalar qo'shni kanallar bo'yicha interferentsiyani minimallashtirish imkoniyati bilan taqsimlanadi.

Masalan, agar klasterda 21 sota bo'lsa, 3.8. rasmga qarang, va ularga belgilangan chastota diapazoni ajratilgan, unda har bir sotaga umumiy chastota diapazonidan $1/21$ bo'lagi ajratiladi. Agar klasterdagi sotalarni quyidagicha nomerlansa $A_1, A_2, A_3, \dots G_1, G_2, G_3$, unda qo'shni klasteridagi sotalar ham qo'yidagi nomerlarga ega bo'ladi $A_1, A_2, A_3, \dots G_1, G_2, G_3$, klasterdagi nomerlangan har bir sota, qo'shni klasteridagi shu nomerga ega bo'lgan soting chastota spektri bilan bir xil. Agar «1» klasteridagi A_1 raqamli sota «2» klasteridagi V_1 raqamli sota bilan qo'shni bo'lsa, unda asosiy kanal bo'yicha interferentsiya muammosi paydo bo'ladi.

Shunday qilib, asosiy kanali bo'yicha interferentsiyani kamaytirish uchun

qo'shni klasterlarida umumiy chastotali spektrini egallaydigan sotalari orasida maksimal masofani saqlashi zarur. 7/21 klasteri ichida chastotani taqsimlashning umumiy qabul qilingan tizimi 3.8-rasmda tasvirlangan.

Klasterlarning quyidagi belgilanishi qabul qilingan:

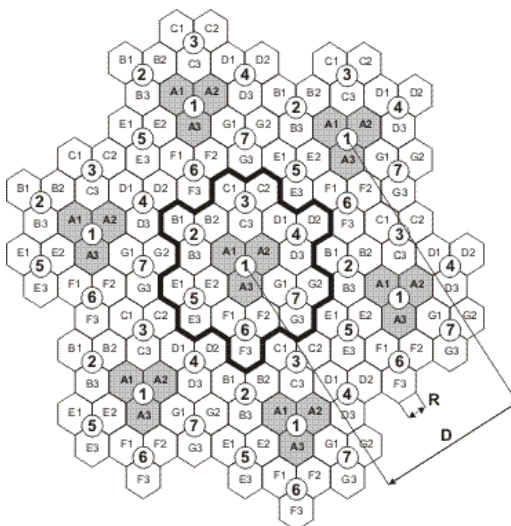
$$N_c / N_q,$$

Bu erda,

N_c - klasterdagi saytlar soni;

N_q - klasterdagi chastotalar soni.

Uchsektorli saytlarni foydalanishda, klasterning sonli belgilanishi $1/3$ ga karrali bo'ladi.



3.8-rasm. Klaster 7/21, $kisp=4.58$.

Chastotani takroran foydalanishda, C/I to'g'ri kanal bo'yicha interferentsiyaning maksimal mumkin bo'lgan kattaligi bilan aniqlanadigan, bir xil D chastotali sotalarning mumkin bo'lgan minimal fazoviy tarqalishi e'tiborga olinishi zarur. Shuningdek C/I kattaligi uzatiluvchi nutq sifatiga ta'sir qiladi. GSM standarti uchun ETSI tavsiyalarida C/I kattaligi 9 dB dan past bo'lmasligini belgilaydi, lekin Ericsson kompaniyasi GSM qurilmalarini ishlab chiqaruvchi korxonalarning yetakchisi sifatida bu kattalik 12 dB dan past bo'lmasligini tavsiya qiladi. Chastotalarni takroran foydalanishning zichligi rejasini ifodolash uchun quyidagi tavsiflar foydalaniladi:

K foy – chastotalarni takroran foydalanish koeffitsienti (klasterdagi saytlar soni);

q_s – bir xil nomli chastotalar orasidagi masofa, sotalar radiusida baholangan R, quyidagicha aniqlanadi:

$$q_s = \frac{D_s}{R} = \sqrt{3 \cdot k_{ucn}}$$

bu erda D – ikkita bir nomli chastotalar orasidagi minimal masofa, C/I asosiy kanali bo'yicha interferentsiyaning belgilangan talabiga javob beradigan.

Berilgan formula sotalar ideal olti qirrali degan taxmin bilan umumiy yaqinlashgan hisobot uchun foydalaniladi [6].

GSM tizimida q_s ning minimal qiymatini quyidagi olish qabul qilingan:

$$q_s = \frac{D}{R} = \sqrt{3 \cdot k_{ducn}} = 3$$

Bir xil chastotalariga ega sotalar fazoda $3R$ dan kam bo'lmagan masofada tarqatilgan bo'lishi zarur. Ikkinchi talab bo'yicha, tarmoqda bir xil chastotaga ega 6 sota mavjud bo'lganida C/I 12 dB dan kam bo'lmasligi kerak. C/I qiymatini hisoblash uchun quyidagi formula foydalaniladi:

$$C/I = 10 \cdot \log\left(\frac{1}{j} \cdot q_s^\gamma\right),$$

bu erda

j – interferentsiyanuvchi saytlar soni;

q_s – bir nomli chastotalar orasidagi masofa;

γ - MS va BS orasidagi trassasidagi yo'qotishlar ko'rsatkichi (3.4-jadval).

3.4-jadval. Shaharning har xil tumanlari trassalaridagi yo'qotishlar ko'rsatkichi qiymati.

	Shahar qurilishi	Shahar chetki qismi	Ochiq joyi
γ	4	3.5	3

Masalan, agar klasterda 7 sayt ($K = 7$) bo'lsa, unda 6 sayt ($j = 6$), xizmat

ko'rsatuvchi saytini $D1 = 4.58 R1$ masofada o'rab olishadi. Agar bu to'planning tashqarisida shunday chastotaga ega klasterler mavjud bo'lmasa, unda:

$$C/I = 10 \cdot \log\left(\frac{1}{j} \cdot q_s^\gamma\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{1}{j} \cdot (\sqrt{3 \cdot k_{ucn}})^\gamma\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{1}{6} \cdot (\sqrt{3 \cdot 7})^4\right) = 18.6$$

Shunday qilib, chastotalarni takroran foydalanish rejasini qo'llash bilan sotali aloqa tizimini loyihalashtirishda takroran foydalanish koeffitsienti $k_{ucn} > 3$ ga teng bo'lgan klasterli tuzilishini asos qilib olish mumkin (3.8-rasm).

Agar tizimda bir nomli chastotalariga ega klasterlari 6 dan ko'p bo'lsa, unda C/I kattaligi kamayadi. Shuning uchun, yirik tarmoqlarini loyihalashtirishda bir xil nomli chastotalari orasida fazoviy taqsimlanishini masofani oshirish tomonga zaxira bilan olish zarur.

Baza stantsiyalarini joylashtirish ob'ektlarini tanlash

Baza stantsiyasini o'rnatish nuqtasini aniqlash xizmat ko'rsatish territoriyasidan, tarmoq konfiguratsiyasidan, shaharning tuzilishining o'ziga xosligi, BS xizmat ko'rsatish zonasida abonent trafigining ko'tilish parametrlari, tarmoq xizmat ko'rsatish territoriyasining ishlab chiqilgan topologik modeli va chastotali-territorial rejasidan kelib chiqqan holda amalga oshiriladi.

Baza stantsiyalarini joylashtirish ob'ektlarini tanlashda quyidagi uskunalarni foydalanish zarur:

- Raqamli fotoapparat;
- Raqamli videokamera;
- Binokl;
- Lazerli uzoqni o'lchagichi;
- GPS qabul qilgich;
- Kompas (erda o'lchash uchun, yon atrofda metallik narsalarning bo'lmaganida). Kompas bilan tomida o'lchash man etilgan, chunki Shimol yo'nalishi noto'g'ri ko'rsatiladi;
- ERICSSON kompaniyasining TEMS turidagi signal kuchini o'lchagichi.

Baza stantsiyalarini o'rnatish ob'ektlarini tanlashda quyidagilarni hisobga olish zarur:

- Nominal rejaning setkasiga bog'lamoq;
- Ob'ekt turi;
- Antennalarning joylashish o'rni;
- Antennalarni fazoviy joylashtirish;
- Mavjud to'siqlar;
- Uskunalarini joylashtirish o'rni;
- Baza stantsiyasining manbai;
- Transport tarmog'I;
- Ijaraga beruvchi bilan shartnoma.

Nominal reja setkasiga bog'lash. Nominal sotali rejasi tuzilganidan so'ng muxandislik xizmati xodimlari kelajakdagi tayanch stantsiyalarining joylashishi joyiga borishlari zarur (nominal rejasi xaritasida belgilangan nuqtalari). Tayanch stantsiyalarini joylashtirish uchun tanlangan ob'ektlari mumkin qadar nominal rejada ko'rsatilgan nuqtalariga yaqin bo'lishi zarur. Bir xil hollarda nominal rejasidagi bir nuqtaga bir necha potentsial ob'ektlar tanlanishi mumkin. Oxirgisi, radiochastotali qoplanishi nuqtai nazaridan eng yaxshi ob'ektini tanlash uchun ishlanadi.

Ob'ekt tanlanganidan so'ng, bu ob'ekt haqidagi ma'lumotlarni belgilab qo'yish zarur, chunonchi:

- koordinatalari (kenglik, uzoqlik);
- dengiz sathining ustidagi yerning balandligi;
- ob'ektning manzili;
- ob'ektning balandligi.

Tanlanuvchi ob'ektning turi. Tayanch stantsiyalari uskunalarini, repiterlar va kontrollerlar, antenna-fiderli qurilmalari, elektromanbalari va boshqada, o'rnatish uchun kerak bo'lgan ob'ektlarga bo'lgan talablar texnologik loyihalashtirish muassasasi normalariga mos ravishda aniqlanadi ("Umumiy foydalanish harakatdagi aloqaning sputnik va sotali tarmoqlari komplekslari RD 45.162-

2001").

Ob'ektlar bo'lishi mumkin:

- ishlab chiqaruvchi;
- ma'muriy;
- turar joy va umumiy binolar;
- binoning devori va tomidagi maxsus metallokontsruktsiya;
- antennalar, yorituvchi tayanchlar, tutun chiqadigan mo'ri.

Antennalarni joylashtirish o'rni. Hisoblashning dasturli vositalari yordamida radioqoplanishni hisoblash bosqichida, antennalarni osish balandligi taxminan tanlanadi. Masalan, o'rtacha shahar uchun antennalarni osish balandligi 20-40 m oralig'ida tanlanadi. Oxirgisi tuman qurilishi turiga bog'liq.

Agar hisobotda qabul qilingan antenning osilish balandligi qiymati mavjud qiymatidan 15% ga farq qilsa, unda bu balandlikda antenna tizimlarini o'rnatish mumkin deb hisoblanadi.

Agar antenmani osish balandligi hisobotdagidan ko'proq bo'lgan holda, unda interferentsion zonalaraning paydo bo'lishiga e'tibor qaratish talab qilinadi.

Agar antenmani osish balandligi past bo'lgan holda hisoblash bosqichiga qaytib va bunga qoplanish ta'sir qilmaganiga (oq doqlarning paydo bo'lishi) ishonch hosil qilish zarur.

Ideal ko'rinishda optimal tizimini qurish uchun sotali tarmog'i strukturasi muntazam bo'lib, barcha sektorlari maxkam azimutal bog'lanishiga ega bo'lishi kerak, masalan, 0° , 120° , 240° .

Amaliyot shuni ko'rsatadiki, muntazam strukturasi ega bo'lish juda murakkab, chunki antennalarni hamma vaqt kerakli to'g'rilashga erishish mumkin emas, masalan, sanitarli-himoyalash zonasini ta'minlanmaganligi sababli bo'lishi mumkin.

Antennalarni fazoviy joylashtirish. Antennalarni fazoviy taqsimlashning ikki sababi mavjud:

- Baza stantsiyasining antennasini fazoviy taqsimlash hisobiga qabullanish signalini kuchaytirishni ta'minlash;

- Antenna tizimlarini yakka lash (izolyatsiya qilish).

Fazoviy joylashtirish. Qabul qilinuvchi signalning kuchayishini ta'minlash uchun 2 turdagi taqsimlash foydalaniladi:

1. Gorizonta l taqsimlanish. Antennalar bir birlaridan $12 - 18\lambda$ yoki $4 - 5$ metr GSM 900 uchun va GSM 1800/1900 uchun 2-3 metr masofada joylashadi.

2. Vertika l taqsimlanish. Vertika l taqsimlanishda $12 - 18 \lambda$ qiymatini 5 ga ko'paytirish zarur, bunda 20 – 25 metr GSM 900 uchun va GSM 1800/1900 uchun 10-15 metr mos ravishda to'g'ri keladi.

Antennani yakka lash (izolyatsiyala sh). GSM 900 antennalarini yakka lash uchun quyidagilarga amal qilish zarur:

- Gorizonta l izolyatsiya 0.4 m tashkil etadi;
- Vertika l izolyatsiya 0.2 m tashkil etadi.

Mavjud bo'lgan to'siqlar. Tayanch stantsiyalarining joylashtirish o'rinlarini loyihalashtirishning asosiy faktorlarining biri bo'lib tayanch stantsiyalari antennalaridan radioto'lkinlarining tarqalish yo'lida to'g'ri ko'rinishni ta'minlash xisoblanadi. Boshqacha aytganda tayanch stantsiyalari antennalarining joylashishini to'g'ri rejalashtirish uchun birinchi Frenel zonasi yopilib qolmasligi zarur. GSM 900 uchun birinchi Frenel zonasi 5 metrni tashkil etadi [10].

Frenel birinchi zonasining mavjudligidan tashqari sanitar-himoyaviy zonasi ta'minlanishi zarur, va yana, antenna hosil qiladigan maydon yorug' tushib kuyib ketmasligi kerak, masalan, odamlar ish olib borishi mumkin bo'lgan tomlar.

Amaliyotda, sanitar-ximoyaviy zonasini ta'minlash uchun, anten nani ng yo'naltirilgan diagrammasiga masalan, 35-50 metr masofada uylar tushmasligi zarur.

Uskunalarni joylashtirish o'rni. Tayanch stantsiyasi qurilmalarini joylashtirish o'rnini tanlashda qurilma antenna tizimiga qancha yaqin joylashsa shuncha yaxshi degan printsipiga amal qilinadi. Oxirgisi, signalning antenna va tayanch stantsiyasini bog'laydigan antenna fiderida so'nishiga bog'liq. Yaqin joylashishi ham fider bahosiga bog'liq, fider qancha uzun bo'lsa, shuncha qimmat.

Baza stantsiyasi o'rnatiladigan joyi keng xona bo'lishi kerak, chunki baza

stantsiyasining kelgusida kengayish ehtimolliklarini hisobga olgan holda tanlaymiz.

Baza stantsiyasining manbai. Tayanch stantsiyasining tashqi manbaini tasdiqlanmagan o'chirishining oldini olish uchun, loyihalashda tayanch stantsiyasining rezervli oziqa manbai mo'ljallanishi zarur. Shuning uchun, tayanch stantsiyasini o'rnatish xonasida akkumulyator batareyalarini o'rnatish uchun joy mo'ljallanilishi kerak.

Transport tarmog'i. GSM tarmog'i ishlashi uchun BTS BSC bilan ulangan bo'lishi zarur. BTS va BSCning ulanishi quyidagilar orqali amalga oshishi mumkin:

- radiokanal;
- optik tolasi;
- mis simlari.

Ijaraga beruvchi bilan shartnoma. Qurilish haqidagi yechimni qabul qilishdan oldin, antenna tizimlari va tayanch stantsiyalarining uskunalari joylashadigan binoni ijaraga beruvchi bilan ijara-shartnomasini tuzish zarur. Ijara-shartnomasi bo'lmagan holda qurilish haqidagi yechim qabul qilinmaydi.

Loyihaning tuzilishi

Loyihalashning bu bosqichida tarmoqni loyihalashtirish uchun zarur bo'lgan barcha ma'lumotlar mavjud, chunonchi:

- qoplash haqidagi axborot;
- baza stantsiyalarining joylashgan o'rni haqidagi axborot;
- MSC kommutatorining joyi haqidagi axborot;
- BSC baza stantsiyalari kontrolleri joyi haqidagi axborot;
- transport tarmog'ini tashkillashtirish haqidagi axborot.

Ega bo'lgan axborotlarga asoslanib, umumiy tizimning qurilishining yakuniy sotali rejasi tuziladi, quriluvchi ob'ektlarga (BTS, BSC, MSC) nomlar beriladi. Bundan tashqari BSCga (Cell Design Data) sotaning parametrlarini yuklash uchun

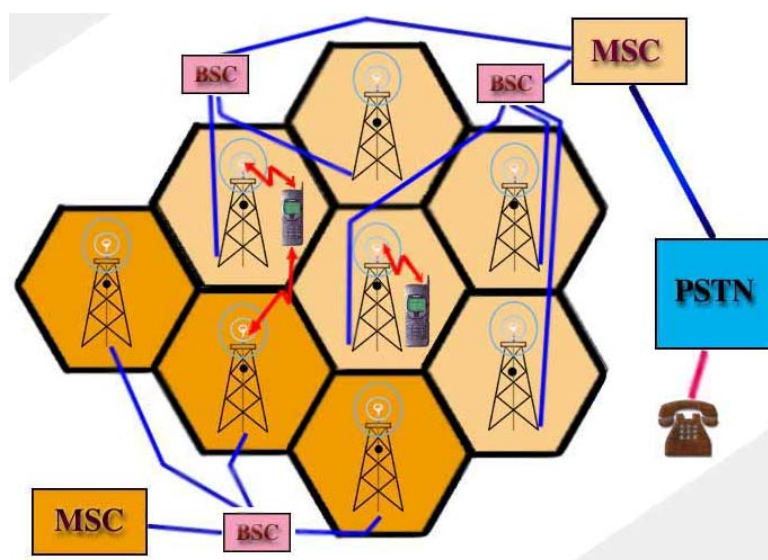
fayllar tayyorlanadi. Bu fayllarda barcha ishga tushadigan sotalar haqidagi ma'lumotlar saqlanadi.

Tizimning qurilishi

Tizimning qurilish bosqichida tarmoqni qurishda qanday qurilmalar foydalanilishi va ular qanday o'rnatiladiganligi aniqlanadi.

Antenna tizimining turlari, BTS qabulqilgich-uzatkich konfiguratsiyalari tanlanadi. Korxonaning transport tarmog'iga ulanish bo'yicha imkoniyatlari tahlillanadi. Radioreleli aloqa liniyalarini foydalangan holatda radioreleli liniyalari tugini yoki qo'shni BTS yo'nalishida to'g'ri ko'rishning mavjudligi aniqlanadi.

Agar hisobotlar interferentsiya va qamrov bo'yicha barcha talablar bajarilishini ko'rsatsa, unda bino egasi bilan shartnomalar tuziladi va tizimni montajlash va ishga tushirish bo'yicha ishlar amalga oshiriladi (3.9-rasm).



3.9-rasm. GSM tarmog'ining tuzilish sxemasi.

3.2. Tarmoqdagi o'lchovlar tahlili va optimallashtirish

Tarmoqda o'lchovlarni o'tkazish

Tizimning qurilishidan va uni ishga tushirgandan so'ng, tizimning ishchi tavsiflarini, umumiy qamrov zonasining energetik tavsifini aniqlashga qaratilgan, bir qator o'lchovlar amalga oshiriladi.

Sotali aloqa tarmoqlarida baza stantsiyalarining qamrov zonalarini o'lchash keng qo'llaniladi. Bunday o'lchovlar, odatda, loyihalashtirish bosqichida va ekspluatatsiya davomida tarmoqqa texnik xizmat ko'rsatishda, uning kengayishini va kompyuter dasturi yordamida modellashtirilgan qamrov zonalarini tekshirish davomida qamrov zonasini aniqlashtirish uchun tahlillashda tarmoqning ishlashini tekshirish uchun olib boriladi [12].

Ko'chma radioaloqa tarmoqlarini avtomatlashtirilgan loyihalashning hozirgi zamon tizimini foydalanish qoniqarli natijalarni bermaydi. Bu loyihalashtirish tizimlariga kiritilgan ko'plagan modellari empirik bo'lganiga bog'liq, demak, yaqinlashtirilgan. Bunda, berilgan modellarga o'rganiluvchi hudud haqida barcha axborotni (qurilish zichligi, qurilish materiallarining turi, inshootning balandligining modeli) to'g'ri kiritish juda murakkab. Agar oxirgi faktorlar, qanday-da darajada determinantlangan bo'lib hisoblansa, unda bunday faktorlar ob-havo sharoitiga o'xshash, radiosignallarning tarqalishiga ta'sir etuvchi harakatdagi ob'ektlar – tasodifiy, va berilgan modellarga kiritilishi mumkin emas.

Bundan kelib chiqadiki, tizimning ishga yaroqliligini tahlillash sotali aloqa tarmoqlarida tabiiy o'lchovlarni o'tkazmasdan loyihalashtirish tizimining ma'lumotlari yordamida o'tkazilishi mumkin emas.

Sotali aloqa tarmoqlarida o'lchovlarning tasnifi. Tarmoqdagi turli xil muammolarni yechishga yo'naltirilgan bir necha o'lchovlar turini ajratishimiz kerak:

- o'lchovlar, bir yoki bir necha holatdan nisbiy, oniy yoki qisqa vaqtli ma'lumotlarni olish uchun;

- belgilangan baza stantsiyasi yoki antenna tizimi sektori (sotaning) paydo qiladigan qamrovni tadqiqlash;

- davom etuvchi o'lchovlar, xizmat ko'rsatishning barcha hududiga qabul qilingan signal quvvatining taqsimlanish diagrammasini tuzishga va o'lchashga qaratilgan;

- belgilangan sotali aloqa tarmog'ining xizmat ko'rsatish zonasida signalning sifat ko'rsatkichlarini o'lchash;

- tizim parametrlarining qiymatlarini aniqlash uchun ko'p pog'onali sotali aloqa tarmog'ida o'lchashlar.

O'lchovlar tizimlarining tasnifi. O'lchovlarning har bir sinfi qabul qilinuvchi signalning quvvatini tabiiy o'lchovlarni o'tkazishda (o'lchov komplekslarini) turli xil qurilmalarini foydalanishni ko'zda tutadi.

Qabul qilinuvchi signalning quvvatini o'lchashni o'rnatish quyidagicha bajarilishi mumkin:

Statsionar o'rnatmalish. Statsionar punktda joylashgan (yer ustki qatlamida belgilangan holati, belgilangan yo'nalish va balandlik) antennadan foydalanib qabul qilinuvchi signalning quvvatini o'lchagich;

Harakatdagi o'rnatish. Nazorat o'tkazish uchun qabul qilinuvchi signalning quvvatini o'lchagich transport vositasida (avtomobil) joylashadi, va statsionar o'rnatishga qaraganda quyidagi afzalliklarga ega: ular statsionar (agar avtomobil harakatda bo'lsa) va harakatdagi o'rnatishlar sifatida ishlatilishi mumkin; demak, ular signal kuchlarining fazodagi taqsimlanishini, va shunday vaqt taqsimlanishini ham o'lchash uchun foydalanilishi mumkin;

Ko'chma o'lchagichlar. Qabul qilinuvchi signalining quvvatini ko'chma o'lchagich yordamida o'lchash qo'ldan amalga oshiriladi. Bunday o'lchagich sifatida maydon kuchlanishini o'lchagich rejimida ishlovchi sotali telefon foydalanilishi mumkin.

Hozirgi vaqtda o'lchagich komplekslarining juda keng spektri mavjud bo'lib, faqat baza stantsiyasining qamrov zonasini aniqlash emas, shu bilan birga signallar interferentsiyasini, so'z sifatini o'lchashni, va yana mobil telefonidan tizimning

o'ziga (BTS, BSC, MSC) uzatiladigan tizim axborotini qayta shifrlashni amalga oshiradi.

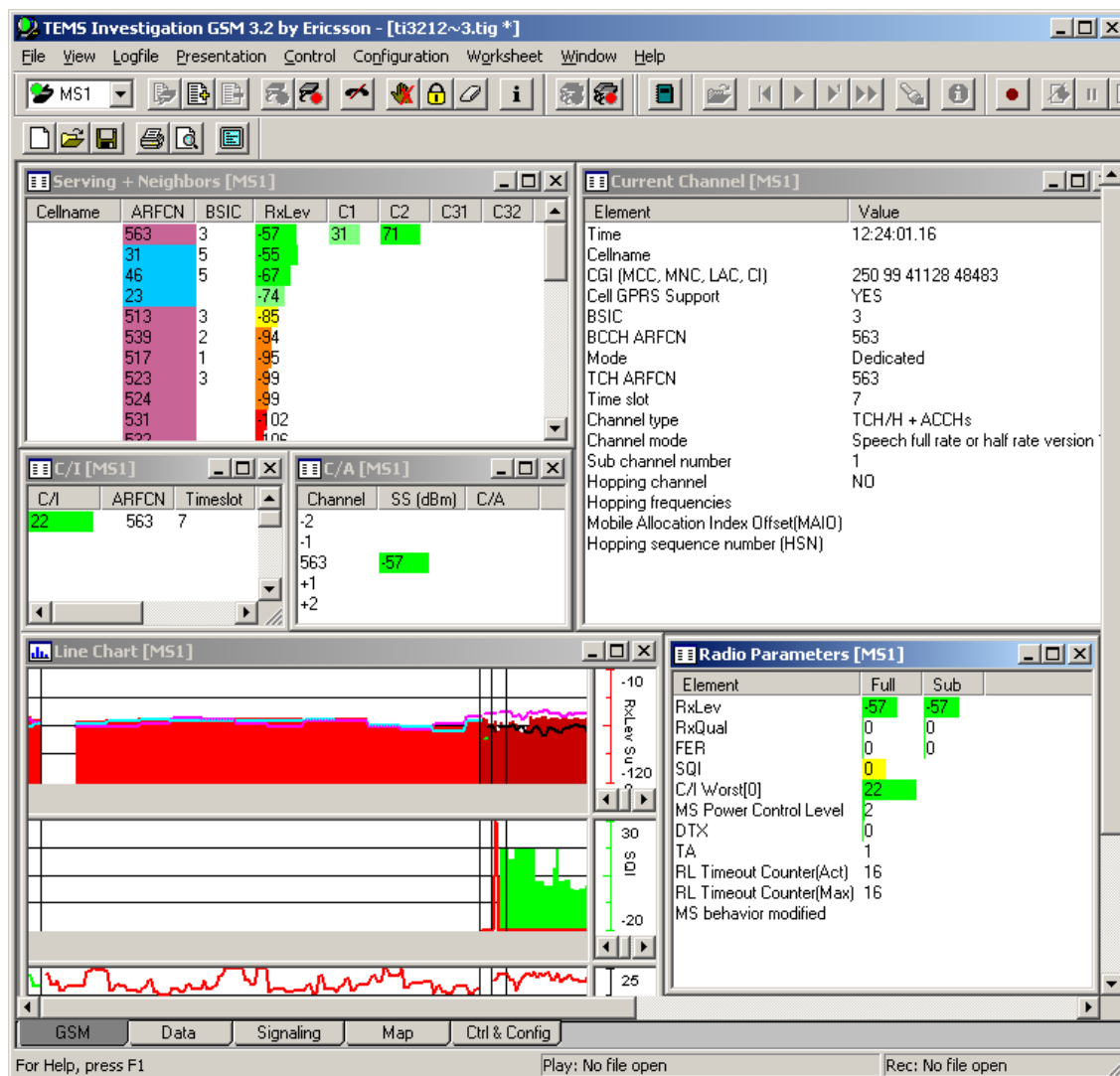
TEMS Invetsigation o'lchov kompleksining tavsifi. TEMS tizimi, o'lchov tizimi bo'lib, aloqa tizimlarining radiochastotali traktini ishga yaroqliligini tahlilini o'tkazish uchun maxsus ishlab chiqarilgan. Bu tizimlarda qabul qilinuvchi signalning quvvatni o'lchash asosi etib ETSI tavsiyalariga mos keluvchi oddiy Ericsson GH688, Ericsson R520m sotali telefonlari olingan (3.5-jadval).

3.5-jadval. TEMS o'lchov komplekslarining tavsiflari.

O'lchash kompleksi	Turi	Uzatish bo'yicha dinamik diapazoni,dBm	Qabul qilish bo'yicha dinamik diapazoni, dBm	Uzatish/qabullash chastota polosasi,MGts
TEMS 98 (Ericsson GH 688)	Statsionar/ harakatdagi	5 ÷ 33	110 ÷ -47	890 - 915/ 935 - 960
TEMS 3.2 (Ericsson R520m)	Statsionar/ Harakatdagi	5 ÷ 33	110 ÷ -47	890 - 915/ 935 - 960, 1710-1785/ 1805-1880

TEMS - Test Mobile System deb tarqatiladi, hamda dasturli ta'minotidan (Tets Mobile Software) va modifikatsiyalangan mobil apparatidan (Test Mobile Station) tashkil topadi. TEMSga qo'shimcha qurilmalar ulanishi mumkin, ular bir yoki bir necha MS va global pozitsiyalanish tizimi qurilmasi GPS bo'lishi mumkin. Shunday qilib, TEMS - bu MS va BTS orasidagi radiointerfeysini har tomonlama testlashi uchun mo'ljallangan butun quvvatli tizimni tashkil etadi.

Qulay foydalanuvchi interfeysi tarmoq ishini matn ko'rinishida, va shunday grafik shaklida ifodalovchi ko'p ahamiyatli parametrlarini shaxsiy kompyuter monitorida ko'rsatishga imkoniyat beradi. Dastur tizimning radioefir orqali uzatiluvchi barcha xabarini dekodlashga imkoniyat yaratadi va barcha o'lchovlarning natijalarini ma'lumotlar fayliga yozib olib, keyin uni ko'rish va tahlillash mumkin bo'ladi (3.10-rasm).



3.10-rasm. TEMS Investigation 3.2 interfeysi.

Quyida muxandis uchun bu tizimning asosiy imkoniyatlari sanab o'tiladi:

- interaktiv nazorat 2 va undan ko'p MS;
- xabarlarni nazorat qilish, signalizatsiyaning 2, 3 darajasi bo'yicha uzatiladigan;
- erkin va aktiv rejimlarda sotani ixtiyoriy tanlash;
- kerakli chastotalarni monitoring qilish va skanerlash;
- skanerlangan chastotalar haqidagi faylni ko'rish;
- ro'yxatdan o'tishni nazorat qilish;
- tarmoq statusi haqida axborotni ko'rish;
- tizim axborotlarining oqimini filtrlash;
- tarmoqning har bir sotasiga belgili nom berish imkoniyati;

- geografik koordinatalarga ega ma'lumotlarni sinxronizatsiyalash;
- MS quvvati sinfini mustaqil ravishda o'zgartirish imkoniyati;
- SIM kartadagi axborotni o'qib olish va o'zgartirish;
- trafik kanallarini testlash;
- SMS- xabarini uzatish imkoniyati;
- erkin rejimda RxQuality signal sifati haqidagi axborotni ko'rish mumkin;
- FER qiymatini ko'rsatish;
- Cl va C2 kattaliklar qiymatini ko'rsatadi;
- SQI qiymati aniqlanadi (Speech Quality Index);
- C/I va C/A ni hisoblash;
- xizmat ko'rsatuvchi sotasini ixtiyoriy tanlash imkoniyati;
- qaysi sota xizmat ko'rsatishidan qa'tiy nazar, xoxlagan sotadan boshqa sotaga o'tishda xendover protsedurasini amalga oshirish imkoniyati;
- MS va BS orasidagi masofa o'rnatilgan bog'lanish rejimida aniqlanadi;
- taym – slot raqami o'rnatilgan bog'lanish rejimida aniqlanadi.

Statistika va trafikni taqsimlash tahlili

Drayv-testlarni o'tkazishdan boshqa, tizimni ishga tushirgandan so'ng abonentlarga xizmat ko'rsatish sifatiga taalluqli statistik ma'lumotlarni tahlilini o'tkazish zarur [7]. Statistikaning tahlillashda TEMS ni foydalanishdan farqi, operator umumiy holda har bir sota bo'yicha integral sifat ko'rsatkichlarini baholaydi. Baholanish parametrlariga quyidagilar kiradi:

1. Boshqarish (SDCCH) va trafik (TCH) kanallarida qaytarilgan bog'lanishlar;
2. Boshqarish (SDCCH) va trafik (TCH) kanallarida ortiqcha yuklanishlar (congestion);
3. Xendoverli tavsiflar;
4. Baza stantsiyalarining bekor turish vaqti.

Operator, aytib o'tilganlardan boshqa ko'plagan sifat ko'rsatkichlarini

baholashi mumkin. Ko'rsatkichlar soni qo'yilgan masalalarga va tarmoqda paydo bo'layotgan, abonentlarga xizmat ko'rsatish sifatiga bog'liq bo'lgan muammolarga bog'liq.

3.3. Tarmoqning kelajakdagi kengayishi

Tizimning rivojlanish yo'lini tahlillashda qanday va qaerda o'tkazuvchanlik xususiyatini kengaytirishni tanlash zarur. Tizimning rivojlanishining asosiy yo'llariga quyidagilar kiradi:

- mavjud chastota diapazonida baza stantsiyalar sonini kengaytirish, misol GSM – 900;

- kengaytirilgan GSM standartlarini (E-GSM, R-GSM) foydalanish bilan qo'shimcha chastota resursini foydalanish;

- GSM 1800/1900 standartini foydalanish;

- qo'shimcha tizim opsiyalarini foydalanish, misol tariqasida, GSM 900/1800 birlashgan tizimlardagi sotalarning ierarxik tuzilishi, ikki chastotali diapazon orasida yuklamaning optimal taqsimlanishini tashkillashtirishga imkoniyat beradi.

- GSM 1800 standartini GSM 900 standartiga qo'shimcha sifatida oldin katta shaharlar hududida, intensiv trafikga ega bo'lgan lokal zonalarida, yuqori zichlikdagi abonent yuklamasiga ega nisbatan kichik hududlarda samarali foydalanish.

4. HAYOT FAOLIYATI XAVVFSIZLIGI

4.1. Elektr xavfsizligi

Elektr tokidan odam organizmida termik (ya'ni issiqlik), elektrolitik va biologik ta'sir kuzatiladi.

Elektr tokining termik ta'siri inson tanasining ba'zi joyida qo'yish, qon tomirlari, nerv va hujayrlarning qizishi sifatida kuzatiladi. Elektrolitik ta'sir esa, qon tarkibidagi yoki hujayralar tarkibidagi tuzlarning parchalanishi natijasida qonning fizik va kimyoviy xususiyatlarining o'zgarishiga olib keladigan holat tushuniladi. Bunda elektr toki markaziy asab tizimi va yurak-qon tizimini kesib o'tmasdan, tananing ba'zi bir qismlarigagina ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Mahalliy elektr ta'siri natijasida kuyib qolish, elektr belgilari hosil bo'lishi, terining metallashib qolishi hollarini ko'rsatishi mumkin. Elektr ta'siridan kuyish, asosan organizm bilan elektr o'tkazgichi o'rtasida volta yoki hosil bo'lganda sodir bo'ladi. Elektr o'tkazgichdagi kuchlanishning ta'siriga qarab bunday kuyish turlicha bo'ladi. Yengil kuyish faqat yallig'lanish bilan chegaralanadi, o'rta og'irlikdagi kuyishda pufakchalar hosil bo'ladi va og'ir kuyishda hujayra va terilar ko'mirga aylanib, og'ir asoratlarga olib kelishi mumkin. Elektr belgilari - bu terining ustki qismida aniq kulrang och-sarg'ish rangli 1 - 5 mm diametrdagi belgi pay do bo'lishi bilan ifodalanadi. Bunday belgilar odatda xavfli emas. Terining metallashib qolishida, odatda, erib mayda zarrachalarga parchalanib ketgan metall teri ichiga kirib qoladi. Bu holat ham elektr yoyi hosil bo'lganda ro'y beradi. Ma'lum vaqt o'tgandan keyin bu teri ko'chib tushib ketadi va hech qanday asorat qoldirmaydi.

Agar tok ta'sirida xushini yo'qotgan, ammo nafas olishi va yurak tizimi ishlayotgan bo'lsa, uni quruq va qulay joyga yotqizish, kamari va yoqasini

bo'shatish va sof havo kelinishini ta'minlash zarur. Nasharit spirti hidlatish, yuziga suv purkash, tanasini va qo'llarini ishqalash yaxshi natija beradi.

Doimiy elektr tokida, shuningdek sanoat chastotasidagi (50Hz) o'zgaruvchan toklarda bir xil muhitda tarqalayotgan elektr tokining statsionar elektr maydoni bor deb qarash mumkin. Uni bu maydonning kuchlanishi $E(V/m)$ tok zichligi $j(A/m)$ bilan $j=E/\rho$ nisbatan bog'langan va bu Ohm qonunining differensial formada ko'rinishini tashkil etadi. Bunga asoslanib shu maydondagi xohlagan nuqtani, masalan, A nuqtaning potensialini aniqlash oson.

Elektr tokidan jarohatlanishni oldini olishga qaratilgan asosiy chora-tadbirlar quyidagilardir:

- 1) kuchlanish ostada bo'lgan o'tkazgichlarni qo'l yetmaydigan qilib bajarish;
- 2) elektr tarmoqlarini ayrimjoylashtirish;
- 3) elektr qurilmalari korpusida elektr tokining hosil bo'lishiga qarshi chora-tadbirlar belgilash:
 - a) kam kuchlanishga ega bo'lgan elektr manbalaridan foydalanish;
 - b) 2 qavatli muhofaza qobiqlari bilan ta'minlash;
 - c) potentsiallarni tekshirish;
 - d) yerga ulab muhofazalash;
 - e) nol simiga ulab muhofazalash;
 - f) muhofaza o'chirish qurilmalari;
- 4) maxsus elektr muhofazalash;

5) elektr qurilmalarini xavfsiz ishlatish tashkiliy chora-tadbirlarini qo'llash.

Xavfli xonalar: bularga nisbiy namligi uzoq vaqt 75% va undan yuqori bo'lgan nam xonalar, uzoq vaqt havo harorati 30° dan yuqori bo'lgan issiq xonalar, xona havosida tok o'tkazuvchi changlar - ko'mir va metallarning changlari tok o'tkazgichlar va elektr qurilmalari ichiga kirib elektr xavfi vujudga keladigan, tok o'tkazuvchi polga (metall, temir-beton, yer, g'ishtli pollar) ega bo'lgan va ishlayotgan ishchi bir vaqtning o'zida bir tomondan yerga ulangan metall konstruksiyalar, texnologik jihozlarga hamda 2-tomondan elektr qurilmalarining metall korpuslariga tegib ketishi mumkin bo'lgan sanoat xonalari kiradi.

Bunga mashinasozlik sanoati korxonalari sexlari, zinapoyalar, isitilmaydigan omborlar va boshqalarai misol keltirish mumkin.

O'ta xavfli xonalar: bularga namligi juda yuqori bo'lgan (100%, devor, shift, pollarda suv tomchilari hosil bo'ladi), harorati 35°C va undan yuqori, havo tarkibida kimyoviy aktiv moddalar bo'lib, bular elektr o'tkazgichlarning muhofaza qobiqlarini yemirish xususiyatiga ega bo'lgan, shuningdek, xavfli xonalarga xos bo'lgan belgilari mavjud sanoat korxonalarining ish bajaradigan joylarini kiritish mumkin.

Sun'iy yerga ulash qurilmalarining yotiq va tik holarda o'rnatilgan metall tayoqchalardan tashkil topgan turlari bo'ladi. Yerga ulash qurilmasining vertikal o'rnatiladigan turi uchun diametri 3 - 5 sm bo'lgan po'lat trubalar va 40x40 va 60x60 mm po'lat uchburchaklarning 2.5-3 m uzunlikdagi bo'laklari olinadi. Ularni 0.5m chuqurlikdagi ariqchalar qazilib, ma'lum oraliqda yerga qoqib chiqiladi va o'zaro po'lat polosa yordamida payvandlab biriktiriladi. Po'lat polosa qirqim yuzasi 4x12 mm dan kam bo'lmasligi kerak. Polosa o'rniga diametri 6 mm dan kam bo'lmagan dumaloq po'lat tayoqchalardan foydalanish mumkin. Tabiiy yerga ulash qurilmalari sifatida, suv yoki boshqa narsalar uchun yerga o'rnatilgan truboprovodlardan (bunda portlovchi va yengil yengil alangalovchi suyuqliklar va gazlar uchun o'rnatilgan truboprovodlardan tashqari artezan quduqlari truboprovodlari, yerga ulangan qismlarga ega bo'lgan binolarning temir-beton qismlari, kabellarning qo'rg'oshin qobiqlari va boshqalar) dan foydalanish mumkin. Nolga ulab muhofaza qilishning vazifasi yerga ulab muhofaza qilishniki bilan bir xil, ya'ni elektr asbobi korpusiga oqib ketgan kuchlanishni zararsizlantirishdan iborat. Nolga ulab muhofaza qilishning ishlash uslubi shundayki, ko'pusga o'tib ketgan elektr tokini nol simi bilan ulash hisobiga qisqa to'qinish vujudga keltirish bilan, elektr qurilmasiga kelayotgan tok kuchining ortib ketishiga erishiladi va buning natijasida elektr qurilmasini muhofaza qilish uchun o'rnatilgan saqlovchi eruvchi qurilmani yoki saqlovchi avtomatni o'chirish bilan elektr qurilmasiga kelayotga elektr toki uzib qo'yiladi. Bunday vazifani bajaradigan saqlovchi eruvchi

qurilmalar yoki avtomatlar oldindan elektr qurilmasidagi elektr tokining ma'lum miqdorda oshishiga mo'ljallab qo'yiladi.

Muhofazalovchi o'chirish qurilmasi xavf hosil qilingan elektr asbobni 0.2 s dan oshmagan vaqt davomida o'chirish imkoniyatini berishi kerak.

Muhofazalovchi o'chirish asbobi bir qancha qismlardan tashkil topgan bo'lib, asosan elektr tizimida biror bir parametrning o'zgarishini sezih, elektr tizimiga berilayotgan tokni avtomatik uzuvchi qurilmaga signal beradi. Bu elementlarning asosiysi qabul qiluvchi qurilma bo'lib (asosan qabul qiluvchi qurilma sifatida rele qo'llaniladi), u elektr tizimidagi parametr o'zgarishini qabul qiladi, agar kelayotgan signal kuchsiz bo'lganda, uni kuchaytiruvchi qurilma o'rnatiladi, shuningdek bu tizimning to'g'ri ishlayotganini tekshirib turuvchi nazorat asboblari hamda signal lampalari o'rnatilishi mumkin.

Agar tok ta'sirida hushini yo'qotgan, ammo nafas olishi va yurak tizimi ishlayotgan bo'lsa, uni quruq va qulay joyga yotqizish, kamari va yoqasini bo'shatish va sof havo kelinishi ta'minlash zarur.

Elektr toki ta'siriga tushgan kishiga tibbiyot xodimi kelgunga qadar ko'rsatiladigan yordamni 2 qismga bo'lib qaraladi:

- 1) tok ta'siridan qutqarish;
- 2) 1-yordam ko'rsatish.

Agar buning iloji bo'lmasa (masalan, o'chirish qurilmasi uzoqda bo'lsa), unda tok kuchlanishi 1000 V dan ortiq bo'lsa, unda dielektrik qo'lqop va elektr izolyatsiyasi mustahkam bo'lgan elektr asboblardan foydalanish kerak.

Agar elektr kuchlanishi ostida bo'lgan elektr o'tkazgichning bir uchi yerga tegib tursa, unda elektr toki yerga oqib" o'ta boshlaydi. Bunday holat tasodifiy maqsadli bo'lishi mumkin. Maqsadli bo'lgan tokning oqib o'tishini yerga ulash yoki elektrod deb ataladi.

4.2. Yong'in xavfsizligi

Yonish jarayonini shartli ravishda quyidagi turlarga bo'lish mumkin:

- 1) chaqnash-yonuvchi aralashmaning bir lahzada yonib-o'chishi. Bunda yonishning davom etishi uchun aralashma tayyorlashning hojati yo'q;
- 2) natijasida yonishning vujudga kelishi;
- 3) alangalanish-yonishning alanga olib davom etishi;
- 4) o'z-o'zidan yonish - moddalar ichida asosan organik moddalarda ro'y beradigan ekzotermik reaksiyalar natijasida, tashqaridan qizdirishsiz yonuvchi aralashmaning o'z-o'zidan yonib ketishi;
- 5) o'z-o'zidan alangalanish - o'z-o'zidan yonishning alanga bilan davom etishi;
- 6) portlash - o'ta tez yonish jarayoning bosim va energiya hosil qilish bilan o'tishi.

Yonuvchi modda ma'lum haroratlarda o'zidan ma'lum bug'lar ajratib chiqarishi natijasida muhim alangalanish ta'minlansa, bu harorat alangalanish harorati deb yuritiladi. Mehnatni muhofaza qilish - bu iqtisodiy, ijtimoiy, texnika, sanitariya-gigiyena, mehnat qonunlari va tashkiliy chora-tadbirlar tizimidan iborat bo'lib, uzluksiz faoliyat jarayonida inson sog'lig'i va mehnat qobiliyatini ta'minlashga qaratilgan fandır.

Insonning jamiyatni taraqqiy etirish hamda ishlab chiqarishni boshqarishda asosiy kuch ekanligini hisobga olib, uning xavfsizligini va sog'lig'ini saqlash ijtimoiy taraqqiyot yo'lidagi muhim omil hisoblanadi. Shuning uchun ham sanoat korxonalarida mahsulot yetishtirish jarayonida ishlab chiqarish sharoitini yaxshilash, ishlab chiqarishda jarohatlanish va kasb kasalliklarining kelib chiqish manbalarini yo'qotish, shuningdek ish faoliyati inson uchun charchash, toliqish va kasallanish manbai bo'lmasdan, quvonch va baxt keltiruvchi faoliyat bo'lishini ta'minlashga harakat qilish zarur. Sanoat korxonalarida to'kis sanitariya-gigiyena sharoitlarini ta'minlash, og'ir qo'l kuchi bilan bajariladigan mehnatni tugatish va

kasb kasalliklarini butunlay yo'qotish chora-tadbirlarini amalga oshirish kerak, zero, mehnat qilish faqat yashash vositasi bo'lib qolmasdan, balki hayot talabi bo'lib qolishi kerak.

XULOSA

Ushbu bitiruv malakaviy ishda GSM standartidagi sotali aloqa tarmog'ining qurilish tamoyillari o'rganildi va tahlil qilindi. GSM tarmog'i tuzilishi haqida asosiy ma'lumotlar yig'ildi. Tarmoqda foydalaniladigan asosiy qurilmalar, tarmoqning geografik tuzilishi, chastota diapazonlari, mobil stantsiya va GSM standarti sotali aloqa tarmog'ining qo'shimcha xizmatlari o'rganildi. GSM tarmog'ini qurishning barcha bosqichlari bayon etildi.

Xulosa qilib shuni aytishimiz mumkin, loyihalatirish juda murakkab masala hisoblanadi. Bir tomondan, tarmoqning ortiqcha zichligi, ya'ni baza stantsiyalarini tez-tezdan boshqa joyga qayta qurish, bu o'z navbatida ortiqcha xarajatlarga olib keladi. Boshqa tomondan, baza stantsiyalarini juda uzoq oraliqda joylashishi xizmat ko'rsatilmaydigan «oq dog'lar» paydo bo'lishiga olib kelishi mumkin. Sotali aloqa tizimini loyihalashtirish texnikaviy masalarini yechish bo'yicha va shu bilan birga aloqa bozorini yaxshi biladigan yuqori malakali mutaxassisning bo'lishini talab etadi.

Bundan tashqari, loyihalanuvchi tarmoqda albatta, elektromagnit maydonning tavsiflarini eksperimental o'lchovlar amalga oshiriladi va o'lchovlarning natijalari bo'yicha tarmoq sxemasi yanada to'g'rilanadi. Zarur bo'lgan eksperimental o'lchovlarning hajmi va ularning takrorlanish chastotasi loyihalovchining tajribasi asosida aniqlanadi. Loyihaning sifati tarmoqning ekspluatatsiyasi bosqichida qat'iy aniqlanadi va baholanadi, hamda unga tuzatishlar va ishlovlar beriladi, ayniqsa ishning endi boshlanishida, ya'ni tarmoqni optimallashtirish va sozlash amalga oshirilishida kiritiladi. Ishning bu bosqichi haqiqiy ko'p mehnat talab qiladigan bo'lib hisoblanadi. Xulosa qilib aytganda, loyihaning keyingi tuzatishlari tarmoqning rivojlanish va kengayishi borasida uning sifatini yaxshilash uchun olib boriladi, hamda bu ma'noda shuni aytishimiz mumkin, sotali tarmoqni loyihalashning bir marta boshlangan jarayoni hech qachon tugatilmaydi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Абдуллаева С.М. Безопасность жизнедеятельности. Учеб. пос., ТУИТ, 2011. - 117 с.
2. Вымпелком. Обзор GSM. Корпоративный тренинг, 2004. - 92 с.
3. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия -Телеком, 2007. - 132 с.
4. Ибраимов Р.Р. Мобильные системы связи и сети связи. Учеб. пос., ТУИТ, 2004. - 137 с.
5. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: учебник для вузов / В.В. Крухмалёв, Н.В. Гордиенко, А.Д. Моченов и др.; - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 510 с.
6. Парфенов В.В., Иванов А.Н., Кознов Д.В. и др.: Мобильные телекоммуникационные системы(GSM). Обзор задач. Современные методологии для анализа, проектирования и реализации программного обеспечения. Анализ состояния проблемы. СПбГУ, 1996. – 199 с.
7. Печаткин А.В. Системы мобильной связи. Часть 1. Принципы организации, функционирования и частотного планирования систем мобильной связи: Учебное пособие по дисциплине «Системы мобильной связи». Рыбинск, 2008 – 122 с.
8. Сорокин А.С. Сотовые системы радиосвязи. Учеб. пос., МТУСИ. Москва, 2006. – 30 с.
9. Хатамов А.П. Сатиболдиев Т.Б. Мобильные системы связи. Учеб. пос., ТУИТ, 2011. – 90 с.
10. <http://extusur.net/>
11. <http://infocom.uz/>
12. <http://ndo.sibsutis.ru/>
13. <http://pro3gsm.com/>
14. <http://radiotexnik-tizimlar.narod.ru/>

ILOVA

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

TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI NUKUS FILIALI

GSM tarmog'ining qurilish tamoyillarini tadqiq qilish» mavzusidagi bitiruv malakaviy ishi

Ilmiy rahbar:

t.f.d., k.i.x. Kaipbergenov B.T.

Bitiruvchi:

Tumaeva A.M.

NUKUS - 2014

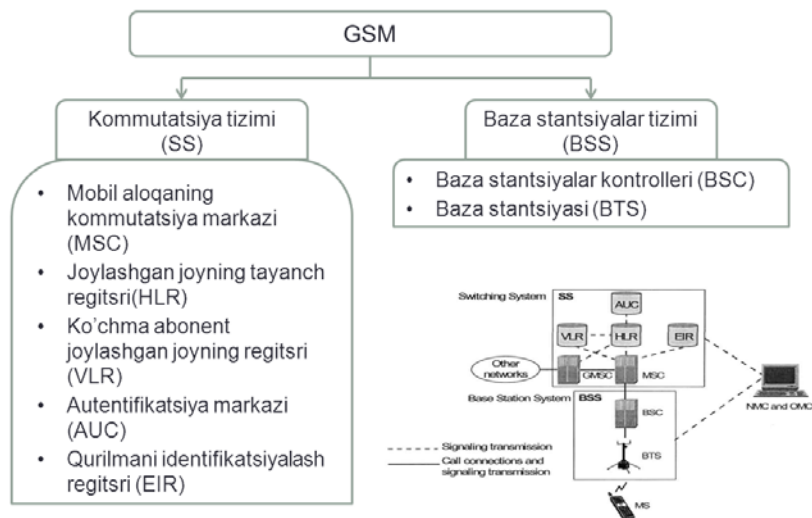
MOBIL ALOQA TIZIMLARI

Peydjing aloqa

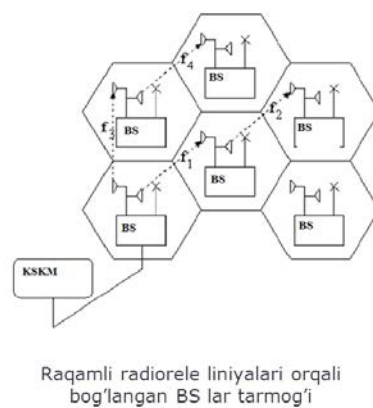
Tranking aloqa

Sotali aloqa

GSM tarmog'ining kommutatsiya tizimi va baza stantsiyalar tizimi



GSM transport tarmog'ining radiorele aloqasi

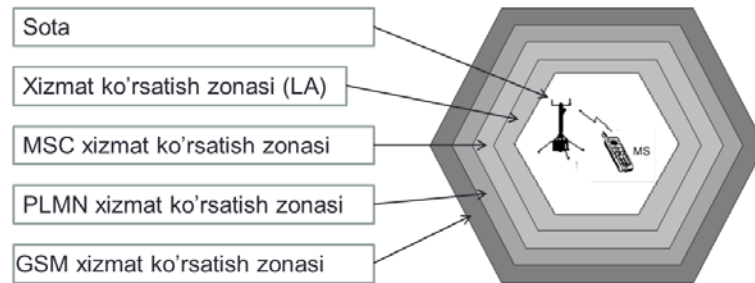


Raqamli radiorele stantsiyasining antennasi va tashqi bloki (ODU)



Ichki blok (IDU)

GSM tarmog'ining geografik tuzilishi



GSM chastotalar diapazoni

900 MGts diapazoni

- P-GSM900 890-915/935-960 MHz
- E-GSM900 880-915/925-960 MHz
- R-GSM900 890-920/915-970 MHz

1800 MGts diapazoni

- 1710-1785/1805-1880 MHz

1900 MGts diapazoni

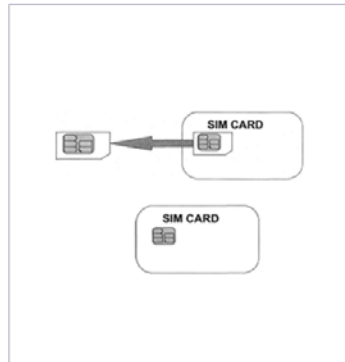
- 1850 – 1910/1930 – 1990 MHz

800 MGts diapazoni

- 824 — 849/869 — 894 MHz

Mobil stantsiya

SIM – abonent identifikatsiyasi moduli



GSM TARMOG'INING QO'SHIMCHA XIZMATLARI

Chaqiriqning manzilini o'zgartirish

Aloqani ta'qiqlash

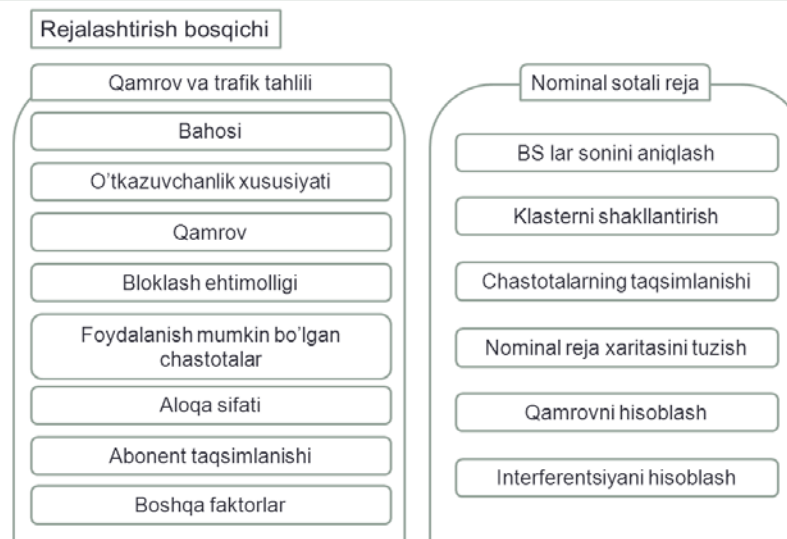
Chaqiriqni kutish

Chaqiriqni ushlab turish

Konferens aloqa

Raqamni aniqlash xizmati

Foydalanuvchilarning yopiq guruhi



Baza stantsiyalarni
joylashtirish ob'ektlarini tanlash

Nominal reja setkasiga bog'lash

Ob'ekt turi

Antennalarning joylashish o'rni

Antennalarni fazoviy joylashtirish

Mavjud to'siqlar

Uskunaning joylashish o'rni

BS manbai

Transport tarmog'i

Ijarachi bilan shartnoma

Loyihani tuzish

Oxirgi sotali rejani tuzish

Quriluvchi ob'ektlarga
nom berish

BSC da sota
parametrlarini yuklanish
fayllarining tayyorgarligi

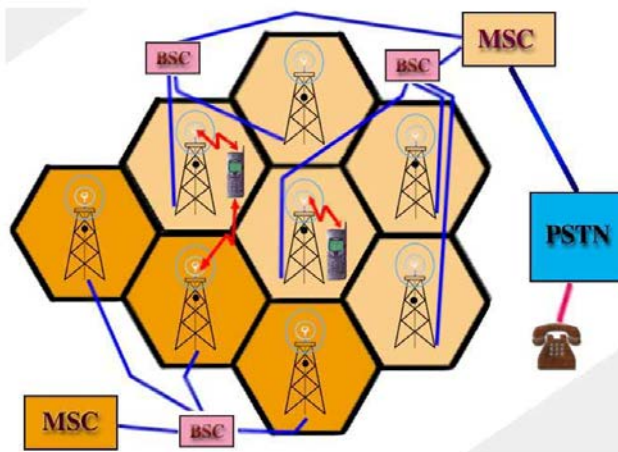
Tizimning qurilishi

Installiyatsiya

Testlarni o'tkazish

Ekspluatatsiyaga tushirish

GSM tarmog'ining qurilish sxemasi



XULOSA

Ushbu bitiruv malakaviy ishda GSM standartidagi sotali aloqa tarmog'ining qurilish tamoyillari o'rganildi va tahlil qilindi. GSM tarmog'i tuzilishi haqida asosiy ma'lumotlar yig'ildi. Tarmoqda foydalaniladigan asosiy qurilmalar, tarmoqning geografik tuzilishi, chastota diapazonlari, mobil stantsiya va GSM standarti sotali aloqa tarmog'ining qo'shimcha xizmatlari o'rganildi. GSM tarmog'ini qurishning barcha bosqichlari bayon etildi.

Xulosa qilib shuni aytishimiz mumkin, loyihalatirish juda murakkab masala hisoblanadi. Bir tomondan, tarmoqning ortiqcha zichligi, ya'ni baza stantsiyalarini tez-tezdan boshqa joyga qayta qurish, bu o'z navbatida ortiqcha xarajatlarga olib keladi. Boshqa tomondan, baza stantsiyalarini juda uzoq oraliqda joylashishi xizmat ko'rsatilmaydigan «oq dog'lar» paydo bo'lishiga olib kelishi mumkin. Sotali aloqa tizimini loyihalashtirish texnikaviy masalarini yechish bo'yicha va shu bilan birga aloqa bozorini yaxshi biladigan yuqori malakali mutaxassisning bo'lishini talab etadi.

Loyihaning sifati tarmoqning ekspluatatsiyasi bosqichida qat'iy aniqlanadi va baholanadi, hamda unga tuzatishlar va ishlovlar beriladi, ayniqsa ishning endi boshlanishida, ya'ni tarmoqni optimallashtirish va sozlash amalga oshirilishida kiritiladi. Ishning bu bosqichi haqiqiy ko'p mehnat talab qiladigan bo'lib hisoblanadi. Xulosa qilib aytganda, loyihaning keyingi tuzatishlari tarmoqning rivojlanish va kengayishi borasida uning sifatini yaxshilash uchun olib boriladi, hamda bu ma'noda shuni aytishimiz mumkin, sotali tarmoqni loyihalashning bir marta boshlangan jarayoni hech qachon tugatilmaydi.