

O'ZBEKISTON ALOQA VA AXBOROTLASHTIRISH AGENTLIGI
TOSHKENT AXBOROT TEHNOLOGOYALARI UNIVERSITETI

Himoyaga ruxsat
Kafedra mudiri

1 iyun 2012-yil.

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

*GSM standartida bazaviy stansiya va abonent
stansiyalarning optimal parametrlarini aniqlash*
mavzuida

Bitiruvchi _____ Kosimov X.A.

Rahbar _____ Hakimov Z.T.

Taqrizchi _____ Aliyev U. T.

Toshkent 2012

Ushbu bitiruv malakaviy ishda zamonaviy mobil aloqa tizimlarining asosiy qurilish prinsiplari va shu prinsiplarni amalga oshirishning usullari kor'rsatilgan. Bu yerda shuningdek, texnologiyalarning rivojlanish jadalligi va mobil aloqa tizimlarining xar-hil turlari yagona nazar bilan qaraladi. Loyihalashtirishda ham, amaliyotda qo'llanilishi imkoniyatlarida ham murakkab tizimlarni loyihalashtirishga asoslangan mobil aloqa tizimlarini chastotaviy-hududuy rejalashtirishning uslubiyati mavjud.

В выпускной квалификационной работе излагаются основные принципы построения и методы реализации этих принципов в современных мобильных системах связи. При этом, учитывая тенденции развития технологий, различные типы мобильных систем связи рассматриваются с единых позиций. Возможности практического применения, так и при реальном проектировании, оригинальная методика частотно-территориального планирования мобильных систем связи, основанная на системном подходе к проектированию сложных систем.

In the final qualifying paper presents the basic principles of construction and methods of implementation of these principles in modern mobile communication systems. However, given the technology trends, different types of mobile communications systems are considered the same positions. Possible practical applications, and in the real design, an original technique of frequency-territorial planning of mobile communication systems based on a systematic approach to the design of complex systems.

Mundarija

KIRISH.....	
I. MOBIL ALOQA TIZIMLARINING RIVOJLANISHI.....	
1.1. Analog standartlar.....	
1.2. Raqamli standartlar.....	
II. GSM STANDARTINING O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI SHAROITIDA QO'LLANILISHI	
2.1. GSM tarmog'ining arxitekturasini.....	
2.2. GSM standartining o'sish surati.....	
III. MOBIL ALOQA TIZIMLARINING TASHKIL ETISH USULLARI VA PRINSIPLARI.....	
3.1. Mobil aloqa tizimlarining asosiy xarakteristikalarini.....	
3.2. Mobil aloqa tizimlari infrastrukturasi chastotaviy-hududiy rejalashtirish.....	
IV MOBIL ALOQA TIZIMLARIDA YUZAGA KELADIGAN HALAQITLARNI BARTARAF ETISH USLUBIYATLARI.....	
4.1. Abonent va bazaviy stansiyalarining optimal energetik parametrlarini aniqlash.....	
4.2. Mobil aloqa tizimlarining ishonchliligini aniqlash.....	
V HAYOT FAOLIYATI HAVFSIZLIGINI TA'MINLASH.....	
5.1. Elektromagnit nurlanishlar va ulardan himoyalash.....	
HULOSA.....	
ADABIYOTLAR RO'YHATI.....	
ILOVA.....	

KIRISH

Hammga ma'lumki, XXI asr bu axborot texnologiyalar asri bo'lib, hozirgi kunda eng jadal rivojlanib borayotgan texnologiyalar ro'yxatining eng yuqori o'rnida turibdi. Sababi axborot texnologiyalar va hususan mobil aloqa tizimlari (MAT)ga bo'lgan talab oshsa oshyabdi, ammo hech ham o'z mavqeini yo'qotayotgani yo'q. Hozirda MAT ga bo'lgan talab 10 yil avvalgi holatdan keskin farq qiladi, sababi, agar avvallari aloqaning o'ziga talab yuqori bo'lgan bo'lsa, hozirgi kunga kelib, nafaqat aloqaga talab, balki aloqaning tezligi, uning sifati, aloqaning havfsizligi va eng muhimi qo'shimcha hizmatlarga talab ortib bormoqda.

Mazkur bitiruv malakaviy ishda biz aynan aloqaning tashkil etilishi, yuzaga kelishi mumkin bo'lgan halaqitlar va buzilishlarni aniqlashni, uning sabablarini va bunday halaqitlarni oldini olishni, hususan, mobil aloqa tizimlarini layihalashtirishda duch kelinadigan muammolar, ularni aniqlash va bartaraf etish, shuningdek GSM standartida MATni tashkil etishda turli hududlarda qanday loyi halashtirish usullaridan foydalanish ham ko'rsatib o'tilgan.

Ikkinchi va uchinchi avlod tizimlarini asosiy mohiyatlaridan biri – bu ishalab chiqaruvchilarni iste'molchilarga juda qisqa raqam-xarf xabarlar va oddiy chaqiriq ovoz signallaridan boshlab Harakatlanuvchi tasvirlarni uzatishgacha, Hamda Dune miqyosidagi keng ma'lumotlar bazasidan mobil ravishda foydalanish imkonini beradigan maksimal keng xizmatlar to'plamini ta'minlashga intilishidir. Bu maqsadga muvaffaqiyatli etishish uchun bitta shart bajarilishi lozim: tizim va tarmoqlar kata o'tkazish qobiliyatga ega bo'lishi, raqamli ma'lumotlarni sekundiga bir-necha megabitgacha bo'lgan kata tezlikda uzatishni ta'minlash kerak. Bu esa bunday tizimlar ishlab chiqaruvchilar aloqa texnikasida foydalaniladigan fizik Hodisalar va prinsiplarni ijobiy imkoniyatlarini amalda qo'llashni ta'minlashlari zarur bo'ladi.

1. MOBIL ALOQA TIZIMLARINING RIVOJLANISHI

1.1. Analog standartlar

Mobil Aloqa Tizimlari (MAT) ni NMT-450 va NMT-900 standartlarning qurilish prinsiplari deyarli bir xil. Ikkisi ham NMT-450 standarti spesifikasiyasiga asoslangan. NMT-900 standartlarning takomillashish farqiga asosan uskunalar tarkibiga kichik o'lchamli qo'l stansiyalari kiritilishi, hamda kengaytirilgan imkoniyatli boshqarish tizimi va aloqa xizmati ko'payganligini kiritisa bo'ladi. Lekin kichik o'lchamli qo'l stansiyalari NMT-450 standarti uchun ham ishlab chiqilgan.

NMT-900 standartining kodini tuzilishida NMT-450 standartidan farqi qo'shimcha axborotlar, prefiks va liniya signallari qo'shilgan. Bundan tashqari mobil kommutatsiya stansiyasi bilan BS orasidagi o'zaro ta'sirga tegishli bo'lgan spetsifikatsiya qismi o'zgartirilgan.

NMT-450 standarti to'rtta turdagi mobil stansiya ishlatadi:

- oddiy mobil stansiyalar;
- ustunlikka ega bo'lgan mobil stansiyalar;
- portativ mobil stansiyalar;
- harakatdagi stansiya-taksofonlar.

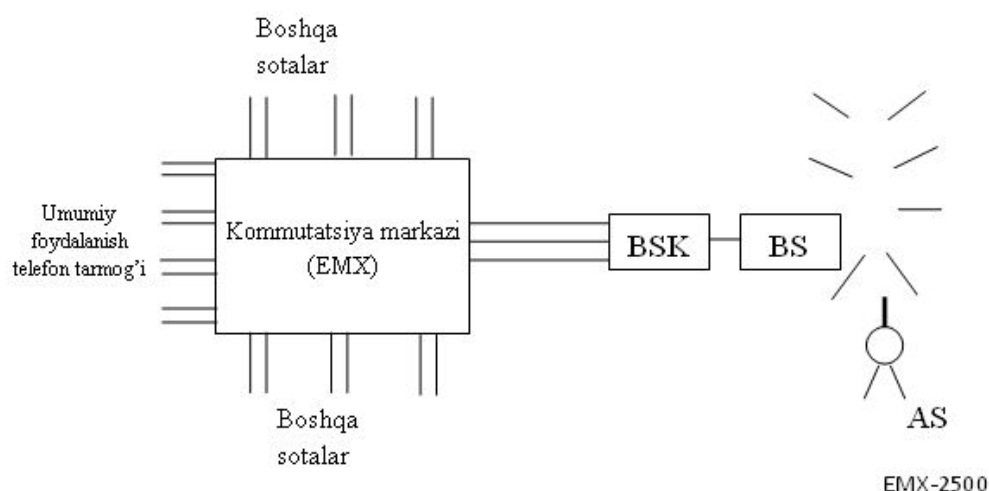
Bu tizim yerdagi harakatdagi ob'ektlarga hizmat ko'rsatish uchun ishlab chiqilgan, lekin ultraqisqa to'lqinlar yetib borishi mumkin bo'lgan hududdagi harakatdagi dengiz stansiyalariga ham xizmat ko'rsatishi mumkin.

O'zbekistonda birinchi operatorlardan birlari ham NMT-450 standartidan foydalanishgan. NMT-450 va NMT-900 standartlarning solishtirma xarakteristikalarini 1.1-jadvalda keltirilgan.

Analog EMS-2500 mobil aloqa tizimi to'la avtomatik ishlaydi. Qo'zg'almas va harakatdagi aloqa tarmog'ining apparat, hamda dasturiy ta'minot tashkil etuvchilaridan iborat.

	Parametr va harakteristikalar nomi	NMT-450	NMT-900
1	Chastota polosasi (MGs): - dan uzatish uchun - AS bilan qabul qilish uchun	420-490 453-457,5 463-467,5	890-960 890-915 935-960
2	Kanallarning chastota farqi, kGs	25(20)	25 (12,5 ko'chkili)
3	Qabul qilish va uzatish dupleks kanallarining chastotalar farqi, MGs	10	45
4	Kanallar soni	180 (225)	999 (1999-ko'chkili)
5	Sota radiusi, km	15-40	2-20
6	Bazaviy stansiya uzatgichini quvvati, Vt	max 50	max 25
7	Abonent stansiya uzatgichini quvvati, Vt	15 1,5 0,15	6 1 0,1

EMX-2500 asosidagi MAT ni tuzilish sxemasi 1.1-rasmda keltirilgan.



1.1-rasm. EMX-2500 asosidagi MAT ni tuzilish sxemasi.

Bazaviy stansiya 8 yoki 16 nutq kanallariga mo'ljallangan. Yo'nalganlik diagrammasining burchagi 60° , 120° va 360° ga ega bo'lgan antennalardan foydalaniladi. Sotadagi BS lar bir-birlari bilan bazaviy stansiya kontrollerlari (BSK) va kommutatsiya markazi (KM) orqali bog'lanadi. Har xil protokolli MAT lar bilan aloqa EMX – 2500 asosida amalga oshirilishi mumkin.

DYNA T.A.C. - AMPS (Advanced Mobile Phone) standartini qo'llashga asoslangan. Bu standart asosan Shimoliy va Janubiy Amerikada, hamda Avstraliya,

Yangi Zelandiya, Osiyo va O'rta sharq mamlakatlarida ishlatiladi. Shuningdek ushbu mamlakatlarda qo'shimcha nutq aloqa kanallar sonini oshirishni ta'minlaydigan, polosasi kengaytirilgan E-AMPS standarti ham ishlatiladi.

TACS, E - TACS (Total Area Coverage System) – Yevropa, Osiyo, O'rta Sharqda va Afrika mamlakatlarida ishlatiladi.

J - TACS (Japanese TACS) – Faqat Yaponiyada ishlatiladi.

Har xil MAT lar egallaydigan chastota polosalari bilan farqlanadi va shu sababli o'z chastota kanallariga ega. AMPS, TACS, va E-TACS MAT larni asosiy xarakteristikalarini tahminan bir hil. Yuqorida keltirilgan va boshqa MAT larning asosiy xarakteristikalarini 1.2-jadvalda keltirilgan.

1.2. jadval

Analog MAT ning asosiy standartlari

Aloqa tizimining xarakteristikalarini	AMPS (AQSh)	HCMTS (Yaponiya)	NMT-450 Skandinaviya mamlakatlari	NMT-900 Skandinaviya mamlakatlari	C-450 Germaniya	TACS (Angliya)	ETACS (Angliya)	RTMS-101H (Italiya)	RADIOCOM-200 (Fransiya)
Amalga kiritilgan yili	1983	1979 1988- yangisi	1981	1986	1985	1985	1987	1985	1985
Uzatishdagi chastotalar polosasi (MGs) - bazaviy stansiya - abonent stansiyasi	870-890 825-845	870-885 925-940	463-467,5 453-457,5	935-960 890-915	461, 3-465, 74,451, 3-455,74	935-950 890-905	917-933 872-888	460-465 450-455	202,7-205,1 424,8-427,9 194,7-197,1 418,8-417,9
Dupleks kanallar farqi (MGs)	45	55	10	45	10	45	45	10	8;10
Kanallar chatota polosasi (MGs)	30	25/12,5	25/20	12,5	20/10	25	25	25	12,5
Bazaviy stansiya nurlatadigan quvvat (Vt)	100 (1)	50/25	50	100	100	100	100	25/25	25 dan 70 gacha
Abonent stansiyasi nurlatadigan quvvat (Vt)	3	5/1	15/2	6/1	15	2-20	2-20	10/1	11

1.2. Raqamli standartlar

1982 yilda konferensiyasining Yevropa Pochta va Elektron aloqa Ma'muriyati (CEPT - Conference of European Posts and Telegraphs) Yevropaning yagona raqamli mobil aloqa standartini ishlab chiqish maqsadida 900 MGs chastota diapazoni ajratdi va 26 davlatni birlashtirib turuvchi bu tashkilot mahsus guruhni Groupe Special Mobile (GSM) yig'di. GSM qisqartmasi yangi standartga

nom berdi (keyinchalik, bu standart Dune bo'yicha keng tarqalgandan so'ng, GSM qisqartmani Global System for Mobile Communications – Mobil Aloqa uchun Global Tizim deb o'qishadigan bo'ldi). Bu guruh ishining natijalari 1990 yilda chop etildi, bunda GSM standartidagi mobil aloqa tizimiga qo'yilgan talablarida yetakchi ilmiy-texnik markazlarning eng zamonaviy yutuqlari qo'llanilgan. Ularga kanallarni vaqt bo'yicha taqsimlanishi, xabarlarini shifrlash, abonent ma'lumotlarini himoyalash, blokli va yig'ish kodlashlarni qo'llash, modulyasiyani GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying – Gaussning minimal siljitishi) yangi turi kiradi.

1989 yilda, GSM standartining texnik asoslanishi chiqishdan bir yil oldin, Buyuk Britaniyaning savdo va ishlab chiqarish Departamenti (DTI - Department of Trade and Industry) «Harakatlanuvchi telefon» konsepsiyasini chop etdi, u keyinchalik qo'shimcha va o'zgartirishlar kiritilgandan so'ng «Shaxsiy aloqa tarmog'i» - PCN (Personal Communication Networks) nomini oldi. Bu konsepsiyani amalga kiritilishining maqsadi mobil aloqa bozoridagi asosiy qatnashuvchilar orasida raqobatni yaratish hisoblangan.

Yevropadan Amerika ham qolishmadi va «Shaxsiy aloqa xizmatlari» (PCS - Personal Communication Services) o'z konsepsiyasini taqdim qildi. Bu konsepsiyaning maqsadi 2000 yilga davlat aholisining 50% ni o'z ichiga olish edi. Bu konsepsiyani amalga oshirish uchun AQSh ning Federal aloqa komisiyasi 1,9 – 2,0 GGS diapazonida keng polosali PCS uchun uchta chastota polosasini va 900 MGs diapazonida tor polosali PCS uchun bitta chastota polosasini ajratdi.

1990 yilda AQSh da TIA (Telecommunications Industry Association) Amerikaning aloqa sohasidagi ishlab chiqarish assosiatsiyasi (TIA - Telecommunications Industry Association) raqamli mobil aloqaning IS-54 milliy standartini tasdiqladi. Bu standart D-AMPS yoki ADC qisqartmalar bilan kengroq ma'lum bo'ldi. AQSh da Yevropadan farqi shu bo'ldiki, yangi chastota diapazonlari ajratilmadi, shuning uchun tizim oddiy AMPS umumiy chastota polosasida ishlashi kerak edi.

Qualcomm Amerika kompaniyasi bir hil vaqtda shovqinsimon signallar va kanallarni kod bo'yicha taqsimlanish (CDMA - Code Division Multiple Access) texnologiyasiga asoslangan, mobil aloqani yangi standartini ishlab chiqarish faolligini boshlagan.

1991 yilda Yevropada GSM standarti asosida DCS-1800 (Digital Cellular System 1800 MGs) standarti ishlab chiqildi. Buyuk Britaniya bu standartni aytib o'tilgan PCN konsepsiyasidagi ishlab chiqarish uchun asos sifatida qabul qildi. Bu esa yer shari bo'yicha jadal va g'olibona yurishni boshlanishi bo'ldi.

Uyali aloqani rivojlanishi bo'yicha AQSh va Yevropadan Yaponiya ham qolishmasdi. Bu davlatda D-AMPS Amerika standartining ko'rsatgichlariga yaqin bo'lgan, o'zining JDC (Japanese Digital Cellular) mobil aloqa standartini ishlab chiqdi. JDC standarti 1991 yilda Yaponiya pochta va aloqa vazirligi tomonidan tasdiqlangan.

1992 yilda Germaniyada GSM standartidagi birinchi uyali aloqa tizimi foydalanishga topshirildi.

1993 yilda AQSh da aloqa bo'yicha ishlab chiqarish assotsiatsiyasining bir qator muvaffaqiyatli sinovlaridan so'ng, CDMA standartini IS-95 deb nomlab, ichki raqamli mobil aloqa standarti sifatida qabul qilindi. 1995 yil sentyabrida Gonkongda IS-95 standartining birinchi tarmog'i foydalanishga topshirildi.

Keng polosali CDMA texnologiyasi 5 MGs yoki undan katta bo'lgan chastota polosasini ishlatadi. Bunday polosani tanlanishi bir necha sababi mavjud. Birinchisi uchinchi avlod mobil aloqa tizimini yaratishga qaratilgan, bu uzatish tezligini 144 va 384 kbit/s gacha ko'tarish. Bu tezliklar 5 MGs polosada va tarmoqni sig'imi etarlicha bo'lganda erishish mumkin. 2 Mbit/s tezlik ham bir necha qo'shimcha chegaralashlar kiritilganda erishish mumkin. Ikkinchi sabab shundan iboratki, radio chastota spektridagi bo'sh polosalar taqchiligidini hisobga olish zarur va bu tizimni ikkinchi avlod tizimi ishlaydigan diapazonlarlar ishlaganda chastota polosasini kichikroq olishga to'g'ri keladi. Uchinchi sabab, bu 5 MGs chastota polasasida tor polosaga nisbatan ko'p sonli nur tashkil etuvchilarini hosil qilish imkoni bo'ladi, buning natijasida uzatish sifati yaxshilanadi. Bundan

ham yuqoriroq chastota polosalarida (10, 15 va 20 MGs) yuqoriroq uzatish tezliklarini ta'minlashda samarali ishlatish tavsiya etiladi.

CDMA texnologiyasiga asoslangan uchinchi avlod tizimining radio interfeysini standartlashtirishga asosan ikki xil turdagi keng polosali CDMA uchun keltiriladi: Assinxron va sinxron tarmoqlar: Assinxron tarmoqda BS lar sinxronlashtirilmagan bo'ladi. Sinxron tarmoqda esa BS lar bir necha mikrosekundlargacha aniqlik bilan sinxronlashtirilgan bo'ladi. Assinxron tarmoqlarni, ya'ni WCDMA qurish bo'yicha Yaponiya va Koreya tomonidan ikkita tavsiyanomalari qabul qilingan. Keng polosali CDMA ning sinxron tarmog'ini, ya'ni CDMA2000 standartini AQSh tomonidan tavsiya qilindi.

Yuqorida keltirilgan standartlarning asosiy texnik parametrlari 1.2 -jadvalda keltirilgan.

Raqamli GSM standarti

XX asrning 80-yillarida endigina mobil aloqa rivojlanishida Yevropa xar xil standartdagi analog tarmoqlar bilan qoplangan edi – Skandinaviya ham Buyuk Britaniya ham o'zining tizimiga ega edi va hokazo. 1982-yilda Telekommunikasiya bo'yicha Yevropa Komissiyasi - CEPT (Conference of European Posts and Telegraphs) tomonidan Yevropada yagona umumiy foydalanish mobil aloqaning raqamli tizimini yaratish g'oyasi qabul qilingdi va bu raqamli standart quyidagi talablarga javob berishi lozim edi:

- Nutq xabarini uzatishda yuqori sifat;
- Uskuna va xizmat ko'rsatish narxi past bo'lishi;
- Abonent stansiyasi kichik o'lchamli bo'lishi;
- Bir qator yangi xizmatlar va uskunalar bilan ishlay olishi;
- Spektrni ishlatish bo'yicha samarali bo'lishi;
- IXRT (ISDN) bilan moslanuvchanligi;
- Halqaro roumingda ishlay olishi, ya'ni GSM standartidagi boshqa tarmog'ida abonent o'zini AS dan foydalanishi mumkiligi.

Raqamli standartlarning asosiy texnik parametrlari

Standartlarining asosiy texnik parametrlari	GSM-900, DCS-1800	D-AMPS 800 MGs (a) 1,8 GGs (b)	CDMA 800 MGs (a) 1,8 GGs (b)	WCDMA
BS larni uzatuvchi chastota polosasi, MGs	935... 960 (GSM) 1805... 1880 (DCS)	869...894 1930... 1990	869... 894 1930... 1990	1930... 1990
AS larni uzatuvchi chastota polosasi, MGs	890...915 (GSM) 1710...1785 (DCS)	824... 849 1850...1910	824... 849 1850...1910	1850...1910
Duplks radio chastota kanallarning chastotalari farqi, MGs	45 (GSM) 95 (DCS)	45(a) 80(6)	45(a) 80(6)	80
Tashuvchi chastotalar orasidagi farq, KGs	200	30	1250	5000
Dupleks radio chastotali kanallarning umumiy soni	124 (GSM) 374 (DCS)	823 (a) 1985(6)	20 (a) 47(b)	12
BS ni maksimal EINq, Vt; tashuvchi cho'qqisi	300 (GSM) 30 (DCS)	300 1000	Aniqlanmagan 1034	Aniqlanmagan
AS ni nominal uzatish quvvati, Vt	8; 1 (GSM) 1; 0,125 (DCS)	9,3; 0,0004	0,2; 0,01	0,25
Uya radiusi, km.minimal maksimal	0,5 35	0,5 20	Aniqlanmagan 50	Aniqlanmagan 20
Ko'p stansiyali ruHsat usuli	VTKSR	VTKSR	KTKSR	KTKSR
Bitta tashuvchiga trafikdagi kanallar soni: dastlabkiloihada	8 16	3 6	61 122	125 253
Modulyasiya	MSGM	$\pi/4$ 4FM	KFMN NFMN 64- ortogonalli	KFMN NFMN
Radio kanaldagi uzatish tezligi, kbit/s	270,833	48,6	bitta kanal uchun 9,6 yoki 14,4, bita tashuvchiga 921,6 gacha	64
Nutqni kodlash algoritmi	RPE-LPT	VSELP	o'zgaruvchan tezlikli CELP	ADIKM
ma'lumotlar uzatish tezligi, kbit/s	9,6 gacha	2,4; 4,8; 9,6; 28,8 gacha	13,3gacha	64 gacha
Tarqalish kechikishini tekislash imkoniyati, MKS	20	60 (a) 41,2(6)	Kod bilan chegaralangan	Kod bilan chegaralangan
Mavjud bo'lgan analog tizimi bog'lana olish imkoniyati	Yo'q	Bor AMPS bilan	Bor AMPS bilan	Yo'q

Yana shuni ham aytib o'tish lozimki, GSM standarti zamonaviy raqamli tarmoq standartlari, birinchi navbatda IXRT (Integrallashtirilgan xizmatlar raqamli tarmog'i - ISDN Integrated Services Digital Network) va IT (intellektual tarmoq - IN Intelligent Network) bilan bog'iq, GSM standartining asosiy tashkil etuvchi elementlari, ishlab chiqilayotgan xalqaro global mobil aloqa tizimi UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) ga kiradi. 1989 yilda GSM standartini ishlab chiqish Yevropa Aloqa Standartlashtirish Instituti ETSI (European Telecommunication Standards Institute) ga o'tdi. 1991 yilda GSM standarti xizmat kursatish faoliyatini boshladi, 1993 yilga kelib GSM standartini 36 tarmog'i 22 davlatda faoliyat ko'rsata boshladi. Hamda 25 davlat GSM yo'nalishini tanladi. 1994 yil boshida GSM standartining abonentlari 1,3 millionga etdi. 1995 yil oxirida esa abonentlar soni 10 milliongacha ko'paydi.

2. GSM STANDARTINING O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI SHAROITIDA QO'LLANILISHI

2.1. GSM tarmog'ining arxitekturası

GSM tarmog'ining tuzilish arxitekturası bilan tanishish davomida tarmoqning tashkil etuvchilarini nomini va ularni qisqarmalaridan foydalanamiz.

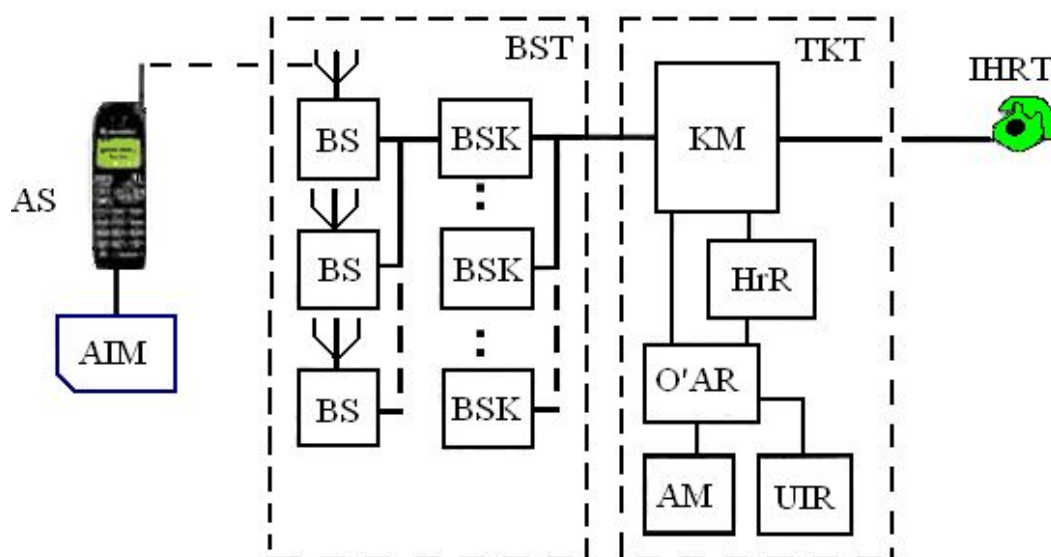
Tuzilish sxemaning eng soda qismi – abonent stansiyasi (AS) bo'lib u ikki qismdan iborat: qo'l telefoni, ya'ni AS va uyali aloqa operatori bilan shartnoma tuzilgandan so'ng olinadigan AIM (abonentni identifikasiyalash moduli) smart-kartochkasi. Ihtiyoriy avtomobil o'zining rusum raqami bo'lganidek, mobil telefon ham o'zining raqamiga ega, MQXI (mobil qurilmaning xalqaro identifikatori), bu raqam tarmoqning so'rovi bo'yicha uzatilishi mumkin. AIM o'z navbatida o'z ichida AXIR (abonentni xalqaro identifikasiyalash raqami)ni saqlaydi. MQXI va AXIR larning bir-biridan farqi tushunarli bo'lgan bo'lsa kerak - MQXI aniq bir telefonga, AXIR esa aniq bir abonentga tegishli bo'ladi.

Tarmoqni «Markaziy nerv tizimi» - TKT (tarmoq va kommutasiya tizimi) hisoblanadi, «miya» vazifasini bajaruvchi esa KM (kommutasiya markazi) hisoblanadi. KM ni ko'pchilik «kommutator» deyishadi. Hamda aloqa muammolari paydo bo'lganda uni ayblashadi. KM tarmoqda bitta bo'lmasligi ham mumkin (bu hol ko'p prosessorli kompyuter tizimiga xos bo'ladi). KM chaqiriqlarni yo'naltirish, billing tizimi uchun ma'lumotlarni shakllash, ko'p jarayonlarni boshqarish va boshqa ko'p vazifalarni bajarish bilan shug'ullanadi.

Tarmoqni muhimligi bo'yicha keyingi tashkil etuvchisi bu TKT ga kiruvchi O'AR (o'z abonentlarining registri) va HrR (Harakat registri) hisoblanadi. O'AR qo'pol qilib aytganda, ko'rib chiqilayotgan tarmoq bilan shartnoma tuzgan hamma abonentlar haqidagi ma'lumotlar bazasini saqlaydi. Unda abonentlar raqamlari haqida axborot (raqamlar ostida quyidagilar nazarda tutiladi: birinchidan, yuqorida aytib o'tilgan AXIR, ikkinchidan, integrallashgan xizmatlarni raqamli

tarmog'ining telefon raqami (IXRTTR), ya'ni oddiy qilib tushuntirilganda telefon raqami), foydalaniladigan xizmatlar ro'yhatini va boshqalarni saqlaydi.

Tizimda bitta bo'lgan O'AR dan farqli bo'lgan HrR bir nechta bo'lishi mumkin va ularning har biri tarmoqdagi o'z qismini nazorat qiladi. HrR da uning (faqat uning!) hududida (bunda faqat o'zining abonentlariga emas, ba'lk rouming tarmog'ida ro'yhatga olinganlarga ham xizmat ko'rsatiladi) joylashgan abonentlar haqida ma'lumotlar saqlaydi. Abonent bir HrR ning xizmat ko'rsatish hudidan chiqishi bilan bu abonent tug'risidagi axborotlar yangi HrR ga ko'chiriladi. Eskisidan o'chirib tashlanadi. O'AR bilan HrR ni ko'p o'xshashliklari bor, lekin aytib o'tish joyizki O'AR da abonentlari qayeda bo'lishidan qat'iy nazar, faqat tarmoqning o'z abonetlari, HrR da esa, uning xizmat ko'rsatish hududida bo'lgan abonentlar haqidagi axborotlar saqlanadi. O'AR da har bir abonent uchun mazkur vaqtda xizmat kursatish hududini nazorat qilayotgan HrR ga yo'naltiruv bo'ladi (bunda bu HrR yer sharining boshqa bir chekkasida bo'lgan begona tarmoqqa tegishli bo'lishi mumkin).



2.1-rasm. GSM standarti tarmog'ining soddalashtirilgan arxitekturası.

O'AR da saqlanadigan ko'p muddatli ma'lumotlar to'la tarkibiga quyidagilar kiradi:

1. Abonentni xalqaro identifikasiyalash raqami (AXIR)
2. Integrallashgan xizmatlarni raqamli tarmog'ining telefon raqami (IXRTTR)
3. AS turlari
4. Abonentni identifikasiyalash kaliti (Ki)
5. Qo'shimcha xizmatlarni ta'minlash turlari
6. Foydalanuvchilarning yopiq guruhlarini indeksi
7. Foydalanuvchilarning yopiq guruhlarini rad etish kodi
8. Uzatilishi mumkin bo'lgan asosiy chaqiriqlar tarkibi
9. Chaqirayotgan abonentni bildiruv berilishi
10. Chaqirayotgan abonentni raqamini identifikasiyalash
11. Ish jadvali
12. Abonentlarni bir-biriga ulanishining bildiruv berilishi
13. Foydalanuvchilarning yopiq guruhlarini xarakteristikalar
14. Foydalanuvchilarning yopiq guruhlarini imtiyozlari
15. Foydalanuvchilarning yopiq guruhlaridagi taqiqlangan chiqish chaqiriqlari
16. Abonentlarni maksimal soni
17. Ishlatiladigan parollar
18. Tarmoqqa ulanish muhimlik darajasi

HrR da vaqtincha saqlanadigan ma'lumotlar tarkibiga quyidagilar kiradi:

- Mobil abonentni vaqtinchalik raqami
- Abonent joylashgan hududini aniqlash identifikatori
- Asosiy xizmatlar qo'llash bo'yicha ko'rsatmalar
- Estafetaviy uzatish vaqtidagi uyaning raqami
- Identifikasiyalash va shifrlash parametrlari

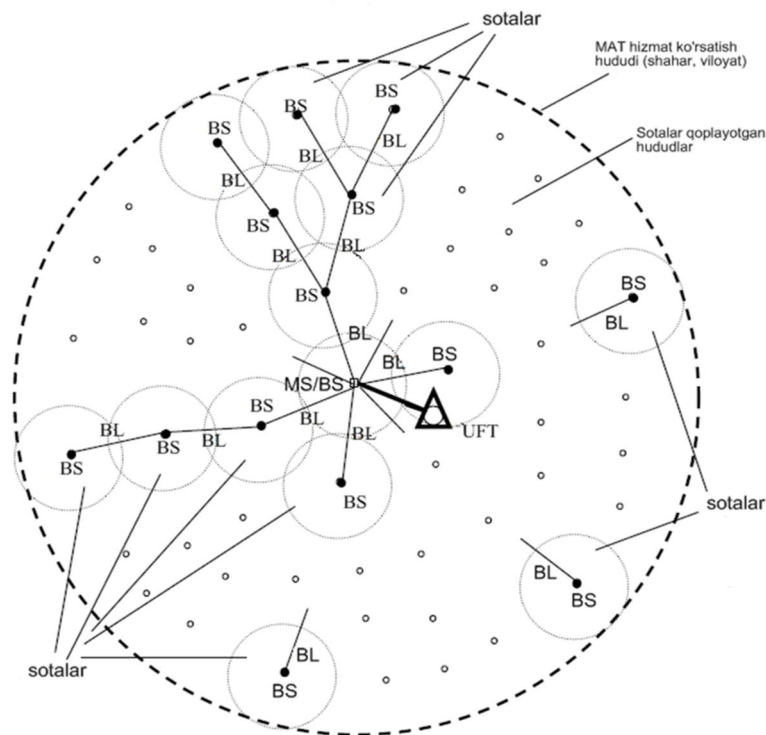
TKT yana ikkita tashkil etuvchilarni o'z ichiga oladi – autentifikasiya markazi (AM) va uskunani identifikasiyalash registri (UIR). AM abonent aslligini

aniqlash jarayoni uchun ishlatiladi, UIR esa ruhsat berilgan mobil telefonlarni tarmoqqa ulash uchun javob beradi. Mobil tarmoqni asosiy qismlaridan biri bu bazaviy stansiya tizimi (BST) hisoblanadi. Agar tarmoqni odam organizmiga o'xshatilsa, unda BST ni «qo'l» va «oyoq»lar deyish mumkin. BST bir necha «qo'l» va «oyoq»lardan – bazaviy stansiya kontrollerlari (BSK), hamda ko'p panja – bazaviy stansiyalardan (BS) iborat bo'ladi. BS larni ko'p joylarda ko'rish mumkin, BS bu bittadan o'n oltitagacha nurlatgichlardan iborat bo'lgan qabul qilib uzatuvchi qurilmadir. Har bir BSK - bir guruh BS larni nazorat qiladi va kanallarni boshqarish va taqsimlashni, BS larning quvvat sathini va shu kabilarni bajarilishiga javob beradi. Odatda BSK tarmoqda bir nechta bo'ladi (BS lar soni esa bir necha yuzta bo'ladi).

2.2. GSM standartida sotalarning tashkil etilishi

Mobil aloqa - Sotali Radioaloqa Tizimlari (SRT) orqali tashkil etiladi. Zamonaviy SRT abonentning deyarli butun yer shari bo'ylab mobilligini ta'minlaydi. SRT dan ommaviy ravishda foydalanilishning yo'lida turgan texnik muammolar 80-yillar ohirlariga kelib hal etildi. Bular 3 ta faktor orqali amalga oshirildi: xizmat ko'rsatilayotgan hududda sotali radioqoplash prinsiplaridan foydalanish, ommaviy xizmat ko'rsatish prinsiplaridan foydalanish hamda elektron komponentlar texnologiyalarining yutuqlari orqali amalga oshirildi. Bunday yutuqlar SRTni texnik-tejamkorligi jihatidan samaradorligini yanada oshirib, mobil aloqa xizmatlari uchun past narhli tariflari tufayli abonentlar soning ommaviy ravishda oshishiga sabab bo'ldi.

Quyida (2.2-rasm) SRTning zamonaviy ko'rinishi aks ettirilgan bo'lib, u quyidagi elementlaradan iborat: xizmat ko'rsatish hududi (HKH), sotalar, xizmat ko'rsatish va kommutatsiya markazi vazifasini bajaruvchi markaziy stansiya (MrS), bazaviy stansiyalari (BS), bog'lovchi liniyalar (BL), mobil abonent stansiyalar (AS).



2.2-rasm. Mobil Aloqa Tizimining umumiy strukturasi

Hizmat ko'rsatishning umumiy hududi alohida sotalardan tashkil topgan bo'lib, ular ham o'z o'rnida o'zlarining kichik hududlariga hizmat ko'rsatadilar. Sotalar aylanaviy yo'nalganlik diagrammasiga ega qabul qilib-uzatuvchi antennaga ega bo'lgan BSni radioqoplash orqali tashkil etiladi. Sotalarning barcha BS'lari markaziy stansiyalarga (MrS) bog'lovchi liniyalar orqali bog'lanadi, ular ham o'z navbatida umumiy foydalaniluvchi telefon tarmog'i (UFTT) ga ulanadilar. Shu asnoda barcha ma'lumotlar oqimi (trafik) MrS orqali o'tadi va o'sha yerda boshqariladi. MrSning asosiy vazifalaridan biri - bu abonentlarga kelayotgan va ulardan chiqayotgan ma'lumotlarni marshrutizatsiya qilishdir.

AS (ya'ni uni ko'tarib yuruvchi abonent) bir sotadan ikkinchi sotaga *handover* (abonentni olib yurish, abonentni estafetali uzatish) prosedurasi orqali erkin o'tishi mumkin. Bu prosedurani ham MrS boshqaradi. Agar abonent bironta SRT hizmat ko'rsatayotgan hududdan ikkinchisining o'tadigan bo'lsa ham aloqa seansi uzilmaydi. Bunga sabab - AS ko'chayotgan vaqtda SRTda *rouming* prosedurasi amalga oshiriladi. Bunda "mehmon" bo'lib kelgan abonent ikkinchi SRTning "mehmon" joylashuvi registrining mahsus ma'lumotlar bazasi (MB) da

vaqtinchalik ro'yhatdan o'tadi va avtomatik tarzda uning boshqaruviga o'tadi. Abonent ozining (uy) SRTsining markaziy stansiyasi abonentni qo'shimcha xizmatlar ro'yhatiga kiritish uchun rouming haqida ogohlantiradi. Uy SRTsida abonent diomiy tarzda joylashuvlar uy registrining ma'lumotlar bazasida ro'yhatdan o'tgan bo'ladi.

MrSning qurilmalarida ko'rsatilgan aloqa xizmati uchun abonentdan uning tarifikatsiyasiga ko'ra suhbat uchun hisobidan avtomatik ravishda pul yechib oluvchi avtomatik tarifikatsiya tizimi (billing tizimi) mavjud. Bu tizimning har hil ish rejimlari mavjud bo'lib, ular odatda rejalar deb nomlanib, SRTning har bir abonent uchun tarifikatsiya tizimining ma'lum bir rejimi o'rnatilgan bo'ladi.

SMATlarining ajralib turadigan farqi bu ishchi chastotalardan qayta foydalanish bo'lib, bu belgilangan radiochastota polosasida, ishlash vaqtida tizim hajmini ko'p marotaba kengaytirish imkonini beradi. Shu bilan birga qo'shni sotalarda boshqa chastotalardan foydalanib, bir nechta sotalardan keyin esa yana birinchisidagidek chastotadan foydalanish mumkin. Aralash sotalarda foydalaniladigan turli chastota guruhlari esa chastotaviy klasterlarni yoki oddiygina klasterlarni o'zida mujassam etadi. Bunday guruhlardagi chastotalar soni esa N_{kl} klaster hajmiyligi deyiladi. Xizmat ko'rsatish hududi doirasida ishchi chastotalarni bir me'yorda taqsimlanishiga erishish uchun klasterning hajmiyligi ma'lum bir qatordan tanlab olinishi kerak (rombik sonlar): $N_{kl} = 3; 7; 13; 21 \dots$. Shuni ham unutmaslik kerakki, N_{kl} ning kattalashuvi SRTning samaradorligini kamaytiradi va shuning uchun amaliyotda birinchi uchta belgilanishlar bilan chegaralanib qolinadi. Ishchi chastotalaridan qayta foydalaniladigan BSlar, bir birlaridan R_{BS} masofada uzoqlashtirilgan bo'lishlari kerak bo'lib, ular quyidagicha ko'rinishga ega

$$R_{BS} = R_S \sqrt{3N_{kl}}, \quad (2.1)$$

Bu yerda R_S – Sota radiusi.

R_{BS} qanchalik katta bo'lsa, shu chastotada ishlovchi boshqa sotalarning uzatgichlaridan kelayotgan qo'shkanalli halaqitlar darajasi ham shunchalik kam bo'ladi. Bir turdagi SRTlarda uning ishlash ko'rsatkichlarini hisob kitobi

qilinayotganida qo'shkanalli halaqitlar soni 6 ga teng deb olinadi (real hayotda albatta halaqitlar soni ko'p, ammo eng yaqin 6 halaqitlardan boshqalarining darajasi juda kichik bo'lib, umumiy holatda ular hisobga olinmaydi).

Mau'lum bir BS ga ta'sir qiluvchi halaqitlarni umumiy darajasini kamaytirish uchun, aylanaviy yo'nalganlik diagrammasida ega bitta antenna (AYD) dan foydalanish o'rniga bir nechta sektorli antennadan iborat sektorial sotalardan foydalaniladi. Odatda sotalarni sektorlashda 3 ta yoki 6 ta sektordan foydalaniladi. Ularning AYDsi esa 120^0 va 60^0 ga teng. 3 talik sektorli sotalardan foydalanilganda halaqit beruvchi signallar darajasi 3 barobar kamayadi, 6 talik sektorli sotalaradan foydalanilganda esa 6 barobargacha kamayadi.

3. MOBIL ALOQA TIZIMLARINING TASHKIL ETISH USULLARI VA PRINSIPLARI

3.1. Mobil aloqa tizimlarining asosiy harakteristikalari

3.1- jadvalda hozirgi vaqtda zamonaviy SRT dagi asosiy standartlarning texnik harakteristikalari keltirib o'tilgan bo'lib, ular quyidagilardan iborat: ikkinchi avloddagi (2G) GSM standarti, 2.5G avlodi (GSM/EDGE), 3-avlod standartlari (3G): CDMA-2000 va WCDMA, SRTning trunking standartlari TETRA va iDEN, shuningdek o'rnatilgan (fiksatsiyalarngan) SRT standartlari DECT, WiFi, WiMax, HiperLAN va LMDS.

3.1-jadvalda quyidagi belgilashlar kiritilgan: **GSM** – Global System for Mobile communication – Global sotali aloqaning YYevropa standarti; **EDGE** – Enhanced Data Rates for GSM Global Evolution – GSM infrastrukturasiga asoslanagan, ma'lumotlarni yuqori tezlikda uzatish standarti; **CDMA IS-95** – Code Division Multiple Access – Radiokanallarni kod bo'yicha ajratishli ko'p stansiyaviy kirishga ruhsat; **CDMA – 2000** – keng polosali CDMAning amerika standarti; **WCDMA** – keng polosali CDMAning yYevropa standarti; **KR** – ko'pstansiyaviy kirishga ruhsat; **TK** – trafik kanali; **VAKR** – vaqt bo'yicha ajratishli KR; **KAKR/KT** – ko'plab tashuvchili (CDMA/MC) KAKR; **OFDMA** – OFDM signalining chasatotaviy komponentlarini ortogonal multiplekslash uslubiyati asosidagi KR; **INEQ** – izotrop-nurlatiluvchi ekvivalentli quvvat; **MChM(MSM)** – minimal chastotaviy monipulyatsiya (minimal siljishli monipulyatsiya); **M-FM** – M-darajadagi fazaviy modulyatsiya (M= 2; 4; 8); **M-KAM** – M-darajadagi kvadraturaviy ampletudali modulyatsiya (M= 4; 16; 64; 256); **ChD** – chastotaviy dupleks (radioaloqa tizimining dupleksli stvolida uzatish va qabullashda chastotalarga ajratish); **VD** – vaqtli dupleks (radioaloqa tizimining dupleksli stvolida uzatish va qabullashda vaqt intervallari bo'yicha ajratish).

3.1 jadvalga kommentariya sifatida bir qator umumiy harakteristik ko'rsatmalarni keltirib o'tish mumkin. SRTda standartlar sonining ko'pligiga

qaramay, bunday standartlardan foydalanish jarayonida, ishlash effektivligini oshirish maqsadida ma'lumotlarni uzatish va ularga ishlov berish uslubiyatlaridan foydalanishning tendensiyasi ortib bormoqda. Bunday tendensiya SRT ning ishlash rejimidagi multiservisni amalga oshirishda o'zini namoyon etadi, uni qo'llash esa dastur-apparatli ta'minot tizimini murakkablashuviga olib keladi. 3.1-jadvalda ko'rinib turibdiki, multiservisli SRT larda radiosignallarning bir necha turdagi modulyatsiyasidan foydalanishga to'g'ri keladi, eng oddiysidan boshlab (2-FM) to murakkab turdagi 64-KAM va hatto 256-KAM kabi modulyatsiya turlarigacha ham. Bundan tashqari katta diapazonlarda raqamli signallarni tezligi o'zgarganda, bularga qo'shimcha ravishda bir nechta halaqitbardosh sxemalardan foydalaniladi.

Shuningdek, multiservisli SRTning asosiy harakteristikalaridan biri bo'lgan-KR (Ko'p stansiyaviy kirishga ruhsat) uslubiyatining unifikatsiyasiga (moslashtiruvi) bo'lgan tendensiyadir. Amaliyot shuni ko'rsatadiki, bu yo'nalishdagi harakat OFDMA turidagi KRning ayrim variatsiyalarining qo'llanilishi tomon olib kelmoqda. Bu esa o'z navbatida OFDM signali hosalaridan effektiv foydalanish evaziga aloqa ishchi kanalini multitezlikdagi rejimini hamjihatlikda amalga oshirishni taqazzo etmoqda.

Nihoyat, qo'llanilayotgan vositalarning imkoniyatlaridan effektiv foydalanish uchun aloqa hizmati sifatini kafolatli boshqaruvchi avtomatik tizim kiritiladi (QoS – Quality of Service). Uning bazaviy tizimostisi sifatida esa SRT ning chastotaaviy-energetik resurslarini (RRC – Radio Resource Control) boshqarish va nazorat qilish avtomatik tizimi hisoblanadi. Shuni ham ta'kidlab o'tish joizki, deyarli barcha zamonaviy SRTlarda tarmoq boshqaruvining standart tizimi (TMN) qo'llaniladi, aniqrog'i. uning kerakli elementlari va OKC № 7 turidagi tarmoqli signallashuvning standart tizimidan foydalanilmoqda. Bunda aytib o'tilgan boshqaruv tizimlarining ishlash algoritmlar ochiq tizimlarni hamjihatlikda ishlashining modeliga asoslangan.

MATdagi asosiy standartlarning texnik xarakteristikalarini

Standartning halqaro raqami	GSM	EDGE	CDMA	CDMA-2000	WCDMA	DECT	WiFi	WiMax	HiperLAN	LMD S	TETRA	iDEN
	IS-136	IS-136H3	IS-95	IS-2000	IMT-2000	ETSI 300.175 300.176	IEEE 802.11 802.11a 802.11b 802.11g	IEEE 802.16 802.16a 802.16e	HiperLAN2	-	ETSI	Motorola
Chastota diapazoni, GHz	0,9;1,8	0,9;1,8	0,8;1,8	0,45,2	2	1,8	2,4	2,4;3,5;5,5	5,2;5,7	3,5;10; 28;42	0,4;0,8	0,8
Dupleks turi	ChD	ChD	ChD	ChD	ChD,VD	VD	VD	VD	ChD	ChD	ChD	
Radiokanallar soni	124	124	20 40	20	10	10	13	4...16	52		240	200
Radiokanal kengligi, MHz	0,2	0,2	1,25	1,25 3,75	5;10;20	1,728	1,753,5;7; 14,28	1,753,5;7; 14,28	1,753,5;7; 14,28	3,5...100	0,025	0,025
Radiosignal modulyatsiyasi	MChM	8-FM	4-FM	4-FM, 8-FM 16-KAM	4-FM, 8-FM 16-KAM	MChM	2-FM, 4-FM	2-FM;4-FM 16-KAM, 64 KAM	2-FM, 4-FM, 16-KAM, 64-KAM	4-FM, 16-KAM, 64-KAM	P/4-4FM	4-KAM
KR turi	VAKR	VAKR	KAQR	KAQR KAQR/KT	KAQR, KAQR/KT	VAQR	KAQR OFDMA	OFDMA	OFDMA	VAQR	VAQR	VAQR
KT orqali uzatish tezligi, Kbit/s	9,6	33...384	9,6	9,6...2000	9,6...2000	32...517	2; 11; 54	2; 11; 54; 10	6...54	7...100	2,4...28	2,4...64
KT soni	8	1...8	30	30; 100	120; 240	12	16...64	1...64	1...64	2...100	4	4
BS/AS uzatgichi quvvati, W	25/2	25/2	20/0,25	25/0,5	25/0,5	0,01/0,01 0,25/0,25	1/1	1/1	0,8/0,8	1/1	100/0,5	40/0,5
Qabul qilgich sezgirligi, dBm	-132	-132	-152	-152	-145	-83	-85	-82	-82	-84	-147	-145

3.2. Mobil aloqa tizimlari infrastrukturasi chastotaviy-hududiy rejalashtirish

ChHRning ruhsat etiladigan ko'rsatkichlarini aniqlash

Buning asosiy vazifasi tizim ichidagi elektromagnit moslashuvchanlikni (EMM) ta'minlashdan iborat. Tizim ichidagi EMM ko'rilayotgan Radioaloqa Tizimida (RAT) joylashgan turli elementlar va mos keluvchi chastotalarda ishlochi, murakkab radioaloqa tizimida Qabul Qilib-Uzatuvchi (QQ-U) qurilmalar orasidagi halaqitli radiosignallar (HR) vujudga keluvshi sababli kerak. Murakkab RATlarga muhitning ikki nuqtasida joylashgan, juft QQ-U ni o'zida mujassam etuvchi elementar RATlarning ma'lum bir sonidan iborat (ular orasida ma'lumotlar albatta uzatilishi kerak) RATlardan iborat. Murakkab RATlariga ko'p bo'limli Radiorele Liniya (RRL)lari, radiokirishli abonent tizimlar, sotali, yo'ldoshli aloqa tizimlar va harakatdagi radioaloqa tizimlari kiradi. Shuni ham ta'kidlab o'tish kerik-ki, tizimosti EMMning isosiy muammosi bo'lib, shuningdek RATning vazifasi ham –bu, chastota resurslarini (radiochastotalar polosasi) tejashdir. Ularga

murakkab RATning tarkabiga kiruvchi ayrim (ba’zida esa hamma) elementar RATlarning ishchi chastotalaridan “qayta va qayta” foydalanish orqali erishiladi. O’z navbatida chastotadan qayta foydalanish tizimosti HRLarni vujudga kelishiga olib keladi. Murakkab SRTlarda chastotadan qayta foydalanishlar soni qanchalik ko’p bo’lsa, HR ham shunchalik ko’p bo’ladi va ChHRning vazifasi hamda EMM muammosining yechimi ham murakkab bo’ladi.

ChHRning asosiy vazifalaridan biri - bu mos keluvchi chastotalarda ishlovchi, elementar RATlarning QQ-Ulari orasidagi minimal-ruhsat etiladigan (koordinatsion) masofani (KM) aniqlashdir. KMning ma’nosi shuki, halaqitli radiosignallar (HR) ta’sir qilayotgan, qabul qilgich va HR manbasi - uzatgich orasidagi shunday masofaga teng-ki, bunda qabul qilgich kirishidagi HRning quvvati, o’sha qabul qilgich uchun (uning karakteristikalariga bog’liqdir) ruhsat etiladigan HRga teng bo’lishi kerak. Shuningdek, qabul qilgich kirishida o’sha HR orqali vujudga kelgan halaqitlar darajasining kattaligini tengligi o’z orniga egadir.

Raqamli RATlarda KM hisob-kitobining chegaralari (kriteriy) sifatida $T_M^+(P_{\text{ruh hat}})$ raqamli trakt chiqishidagi ruhsat etiladigan foizlarning belgilangan hatoliklar ehtimolligi HR ta’siri bilan tushntiriladi. Biroq EMM me’yorlarining konkret chegaralari, analogli RATlardagidek berilmaydi. Ruhsat etiladigan umumiy foizlarning belgilangan hatoliklari $T_M^+(P_{\text{ruh hat}})$ quyidagicha hisoblanadi:

$$T^+(P_{\text{ruh hat}})_{\text{ruh}} = T_S^+(P_{\text{ruh hat}})_{\text{ruh}} + T_M^+(P_{\text{ruh hat}})_{\text{ruh}} + T_M^1(P_{\text{ruh hat}})_{\text{ruh}}, \quad (3.1)$$

Bu yerda $T_S^+(P_{\text{ruh hat}})_{\text{ruh}}$ – ko’rilayotgan qabul qilgich kirishidagi asosiy (foydali) radiosignal (FR) tufayli $P_{\text{ruh hat}}$ oshish foizi:

$T_M^+(P_{\text{ruh hat}})_{\text{ruh}}$ - barcha tizimosti HR ta’siri tufayli $P_{\text{ruh hat}}$ oshish foizi:

$T_M^1(P_{\text{ruh hat}})_{\text{ruh}}$ – boshqa RATlardan kelayotgan barcha tashqi HRLar ta’siri tufayli $P_{\text{ruh hat}}$ oshish foizi.

Qabul qilgich chiqishida hatoliklar yuzaga kelishi jarayoni quyidagi belgilanishlar orqali ifodalanadi:

$$\begin{aligned} T_S^+(P_{\text{ruh hat}})_{\text{ruh}} &= a \cdot T^+(P_{\text{ruh hat}})_{\text{ruh}}; \\ T_M^+(P_{\text{ruh hat}})_{\text{ruh}} &= b \cdot T^+(P_{\text{ruh hat}})_{\text{ruh}}; \end{aligned} \quad (3.2)$$

$$T_M^{1+}(P_{\text{ruh hat}})_{\text{ruh}} = c \cdot T^+(P_{\text{ruh hat}})_{\text{ruh}};$$

Bu yerda a,b,c koeffisetntla quyidagiga teng

$$a+b+c=1, \quad (3.3)$$

bunda $c < b < a$ hamda quyidagilarga teng bo'lishi mumkin

$$a=0,8 \dots 0,5; b=0,1 \dots 0,4; c=0,1 \quad (3.4)$$

(3.1) tengligini chap tarafi loyihalashtirish orqali aniqlangan ma'lumotlardan ma'lum, ular keyinchalik qisqartirilib T_E bilan belgilangan. Shunda (3.4) ni hisobga olgan holda (3.1)ning tashkil etuvchilarini konkret ruhsat etiladigan belgilanishlarini aniqlash mumkin. Masalan, a,b, va c koefisientlarini belgilanishlari quyidagicha tanlangan bo'lishi mumkin: $a=0,8; b=0,1; c=0,1$.

ChHRning ruhsat etiladigan ko'rsatkichlarini anilash jarayonida ko'rilayotgan SRTning strukturasi hisobga olish kerak, ya'ni RRLda qancha bo'g'in mavjud, SRTda nechta sota bor va ular MS bilan qanday bog'langan.

Shu boisdan quyida SRT turlarining umumiy strukturasi keltirilgan bo'lib, ular ChHRning ruhsat etiladigan ko'rsatkichlarini aniqlashda hisobga olish kerak.

Zamonaviy SRTlar tizimga yuklanayotgan barcha vazifalarni bajarilishini ta'minlovchi, elementlar hamjihatligini o'zida namoyon etadi..MS va BS orasidagi bog'lovchi liniyalar (BL), raqamli bog'lovchi RRLlar (BRRL) va boshqa turdagi BLlar orqali tashkil etilgan bo'lishi mumkin. Shu asnoda SRTda ikki AS orasida tarkibiy aloqa kanali tashkil etiladi: AS_1 - BS_1 -MS- BS_2 - AS_2 .

Shuningdek bu kanallarning qismlari BS_1 -MS va MS- BS_2 N-bo'limli va M-bo'limli BRRLlar orqali tashkil etiladi. Odatda eng yomon vaziyatga ko'ra hisob-kitob qilinib, bu holatda MSdan eng uzoq sotalarda joylashgan 2 ta abonentning joy;ashuvi hisobga olinadi. Bu sotaning BSi BRRL bilan bog'langan bo'ladi va undagi bo'g'inlar soni boshlang'ich ma'lumotlarga ko'ra, SRTning konkret strukturasi asoslangan holda aniqlanadi.Shuni ham ta'kidlab o'tish jiozki, odatda, boshlang'ich loyihalashtirishda SRT strukturasi bir jinsli deb hisoblanadi, ya'ni, hamma sotalar, BS antennalarining o'lchamlari bir hil va BRRL bo'g'milari uzunliklari ham bir hil.

Yuqorida aytib o'tilgan abonentlar orasidagi tarkibiy uzatish kanali va ko'rilayotgan SRTning strukturasini hisobga olsak, quyidagi tenglikni keltirib chiqarish mumkin:

$$T_N = 2 \cdot T_{\text{sota}} + 2 \cdot T_{\text{RRL}}, \quad (3.5)$$

bu yerda, T_{sota} – aloqaning nomo'tadilligi, sotadagi halaqitlar uchun:

T_{RRL} – aloqaning nomo'tadilligi, BRRLdagi halaqitlar uchun.

Umumqabul qilingan uslubiyatga ko'ra (3.5)ni 9:1 ko'rinishiga keltiramiz,

$$2 \cdot T_{\text{sota}} = 0,9 \cdot T_N;$$

$$2 \cdot T_{\text{RRL}} = 0,9 \cdot T_N,$$

Shunda

$$T_{\text{sota}} = 0,45 \cdot T_N; \quad T_{\text{RRL}} = 0,05 \cdot T_N. \quad (3.6)$$

Endi T_{sota} va T_{RRL} ning sota va RRLda mavjud bo'lgan halaqitlarning moslashishini ham hisobga olish kerak. T_{sota} uchun quyidagi tenglikni yozish mumkin:

$$T_{\text{sota}} = T_{\text{a sota}} + T_{\text{h sota}} + T_{\text{h sota}}^1, \quad (3.7)$$

Bunda, $T_{\text{a sota}}$ – AS-BS hududidagi radiosignalar qotishiga asoslangan, sotadagi aloqaning nomo'tadilligi; uni quyidagiga tenglashtirish mumkin:

$$T_{\text{a sota}} = (0,5 \dots 0,8) \cdot T_{\text{sota}}; \quad (3.8)$$

$T_{\text{h sota}}$ - HRni o'sha SRTdagi boshqa sotalar ta'siri bilan hamjihatligiga asoslangan, sotadagi aloqaning nomo'tadilligi:

$$T_{\text{h sota}} = (0,1 \dots 0,4) \cdot T_{\text{sota}}; \quad (3.9)$$

$T_{\text{h sota}}^1$ – HRni boshqa radioaloqa tizimlari bilan ta'siriga asoslangan, sotadagi aloqaning nomo'tadilligi: $T_{\text{h sota}}^1 = 0,1 \cdot T_{\text{sota}}$ gat eng deb qabul qilinadi.

Shuningdek, so'nggisi o'sha SRTni boshqa RATlar bilan tizimlararo EMMning hisob-kitobini hisoblash uchun ishlatiladi.

(3.6)ni hisobga olgan holda sotali ChHR strukturasining ko'rsatkichlarini hisoblash mumkin:

$$T_{\text{a sota}} = 0,36 \cdot T_N; \quad T_{\text{h sota}} = 0,45 \cdot T_N. \quad (3.10)$$

Shuni ham ta'kidlab o'tish kerakki, berilgan ko'rsatkichlarda (3.8),(3.9)dagi koefitsientlarni tanlashda $T_{h\ sota} \geq 1\%$ tengligini ta'minlash maqsadga muvofiqdir. Aks holda hisob-kitobga ko'ra, SRT infrastrukturasiidagi tizimosti EMM shartlarini ta'minlashda sezilarli muammolarga duch kelinishi mumkin.

Demak, T_{RRL} - BRRL tarmog'ining ChHRini ruhsat etiladigan ko'rsatkichi deb hisoblanishi mumkin.

Sotalardagi sektorlar soni va klaster hajmini hisoblash

Ma'lumki, N_{kl} klasterning hajmi MATlarining ko'rsatkichlariga ikkilamchi ta'sir ko'rsatadi. Bir tomondan klasterning kattalashtirilishi tizimosti halaqitlar darajasining kamayishiga olib kelsa, ikkinchi tomondan e'firda tizim band qilayotgan radiochastotalar polosasini kengayishiga olib keladi. Bundan ko'rinib turibdiki, loyihalashtirishda N_{kl} ning ayrim optimal belgilanishlarini avvalo hisob-kitob bilan ta'minlash kerak, keyin esa amaliyotda qo'llash kerak.

N_{kl} ning aniqlanishi yoki optimal belgilanishlarini hisoblash nazariy jihatdan bir qator faktorlarni qati'y hisobga olinishi bilan farqlanadi. Sotada radiosignalni tarqalish shartlarini aniqroq ajratilish imkonini beruvchi hisob-kitob usuli mavjud, ya'ni sotalar orasidagi bir hil chastotada ishlovchi foydali radiosignallar (FR), va halaqitli radiosignallar (HR)ni ajratish. Boshqa usul esa bunday ajratishlarni hisobga olmaydi, shuning uchun hisoblashlar hajmi sezilarli darajada kamayadi va eng asosiysi, birinchi usulda talab etiladigan sota radiusining hajmisiz, N_{kl} ni aniqlash ehtimolligi oshishini ta'minlaydi. Ammo bu usulda hisob-kitob qilinayotganda qo'llanilishi juda chegaralangan juda murakkab matematik hisob-kitoblardan foydalanishga to'g'ri keladi.

N_{kl} ni hisoblash uchun [3.6 va 3.7]da ko'rsatilgan kombinatsion usuldan foydalanamiz. Buning uchun SRTdagi radiosignallarni susayishini sotadagi foydali radiosignallar (FR) va sotalararo halaqitli radiosignallar (HR)ning o'zaro munosabatini hisoblash orqali erishiladi. Shu maqsadda hozirgi kunda universal va

umumfoydalanuvchi model sifatida COST-231 qabul qilingan bo'lib, u HATA modelining takomillashtirilgan modeli hisoblanadi va u quyidagi ko'rinishga ega:

$$\begin{aligned} k &= \alpha + \beta \cdot \lg(R): \\ \alpha &= 46,3 + 33,9 \cdot \lg(f) - 13,82 \cdot \lg(h_{a \text{ bs}}) + C_M: \\ \beta &= 44,9 - 6,55 \cdot \lg(h_{a \text{ bs}}), \end{aligned} \quad (3.11)$$

bu yerda, k – radiosignalning kamayishi, dB; f – radiosignalning o'rtacha chasatotasi, MGs; $h_{a \text{ bs}}$ – B_s antenasining balandligi, m; R – radiosignalning tarqalish masofasi, km; C_M – hudud turiga bog'liq bo'lgan parametr.

COST-231 modelida hududlarni 5 turga bo'lishdan foydalaniladi:

-katta shahar (KSh) yoki qurilishlar zichligi yuqori bo'lgan shahar hududi, uning uchun $C_M = 3$ dB;

-o'rtacha shahar (O'Sh) yoki qurilishlar zichligi o'rtacha bo'lgan shahar hududi, uning uchun $C_M = 0$ dB;

-kichik shahar (KiSh) yoki qurilishlar darajasi kichik bo'lgan shahar hududi, uning uchun $C_M = -2[\lg(f/28)]^2 - 5,4$;

-qishloq hududi (QH), uning uchun $C_M = -4,78[\lg(f)]^2 + 18,33\lg(f) - 35,94$;

-ochiq hudud (OH), uning uchun $C_M = -4,78[\lg(f)]^2 + 18,33\lg(f) - 40,94$.

Klaster hajmiylik q_M qabul qilgichi kirishidagi signal-halaqit munosabati (SHM)ga to'g'ri proportsionaldir, u esa o'z navbatida o'sha nuqtadagi FR va HR quvvatlarining munosabati orqali aniqlanadi. (3.11) hamda, yuqoridagilarni hisobga olib, i -nchi HRning ta'siriga asoslanib, bir turdagi SRT sotasi chegarasidagi SHM quyidagi ko'rinishga ega:

$$q_{M1} = \beta \cdot \lg(q_{kl \ i}), \quad (3.12)$$

bu yerda $q_{kl \ i}$ - q_k parametriga va sotaning strukturasi bog'liq bo'lgan parametr.

Demak, (3.12)da ko'rinish turibdiki, klaster hajmini hisoblash uchun β tarkibiga kiruvchi BS antenasining balandligini aniqlash kerak.

Tizimosti EMM shartlari bajarilishini ta'minlash maqsadida va shu bilan birga SRTdagi klaster hajmini kamaytirish uchun sotalarni sektorlashdan

fodalaniladi. Bir turdagi MATlarda M_{sek} lar soni 1, 3, 6 ko'rinishlariga ega. Quyidagi shartlarni bajarish uchun ko'rilgan qatordagi M_{sek} sonini iloji boricha kamaytirish maqsadga muvofiqdir:

$$T_{h\Sigma} \leq T_{h \text{ sota}}, \quad (3.13)$$

bu yerda, $T_{h\Sigma}$ - mos keluvchi chastotalarda ishlovchi boshqa sotalardan kelayotgan HRlar ta'sirining summasi.

SRTdagi HRlar soni M_{sek} ga bog'liqdir. $M_{\text{sek}}=1$ da HRlar soni 6 ga teng bo'lib, ular turli R_{hi} masofalardan ta'sir ko'rsatadi va quyidagiga erishiladi:

$$T_{h\Sigma} = T_{h1} + T_{h2} + T_{h3} + T_{h4} + T_{h5} + T_{h6}, \quad (3.14)$$

bu yerda $T_{hi} - R_{hi}$ masofadagi i-nchi HR ta'sirining foizi.

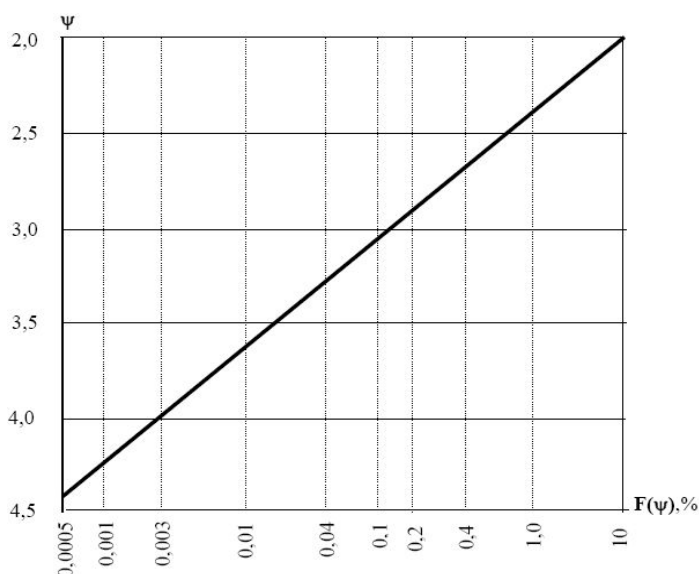
T_{hi} quyidagicha aniqlanadi:

$$T_{hi} = F(\Psi_{hi}), \quad (3.15)$$

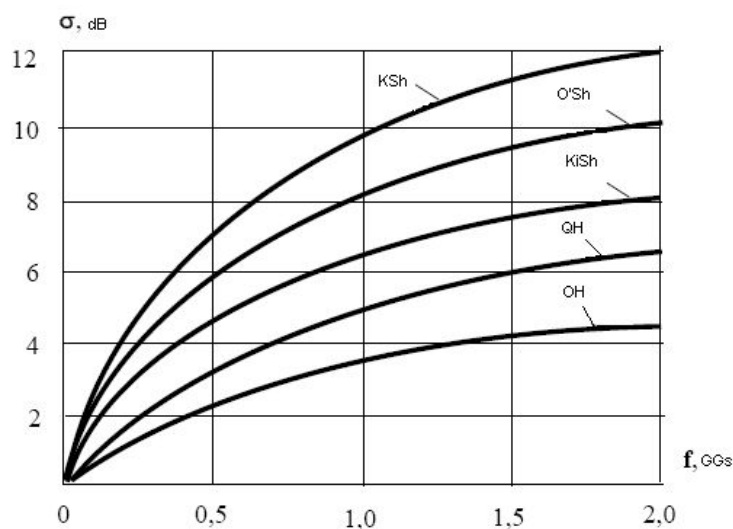
bu yerda $F(\Psi_{hi}) - \Psi = \Psi_{hi}$ da 3.1-rasm orqali aniqlanadi va quyidagicha ko'rinishga ega:

$$\Psi_{hi} = (q_{hi} - q_{h \text{ ruh}})/S \quad (3.16)$$

bu yerda $q_{h \text{ ruh}}$ - ruhsat etiladigan SHM. Odatda SRT standartida uni yana himoyaviy munosabat deb ham aytishadi, S - HR qotishining chuqurligi parametri bo'lib, uni 3.2-rasmida ko'rsatilgan grafik otqali aniqlash mumkin.



3.1-rasm. Odatiy qonun boyicha tarqalishning integral funksiyasi



3.2-rasm. Qotishlar taqsimlanishi qonuning standart chetlanishi

$M_{sek}=1$ uchun yuqoridagi munosabatlarga mos ravishda 6 ning q_h i belgilanishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\begin{aligned}
 q_{h1} &= B \cdot \lg(q_{kl} - 1); \\
 q_{h2} &= B \cdot \lg(\sqrt{q_{kl}^2 + q_{kl}} - 1); \\
 q_{h3} &= B \cdot \lg(\sqrt{q_{kl}^2 + q_{kl}} + 1); \\
 q_{h4} &= B \cdot \lg(q_{kl} + 1); \\
 q_{h5} &= q_{h3}; \\
 q_{h6} &= q_{h2}.
 \end{aligned} \tag{3.17}$$

bu yerda $q_{kl} = \sqrt{3 \cdot N_{kl}}$ - SRT sotali infrastrukturasiining EMM koeffitsenti.

$M_{sek}=3$ bo'lganda, HR 2 ta ko'rinishga ega: $R_{h1} = R_s(q_{kl} + 0,7)$ masofada yuzaga keluvchi va $R_{h6} = q_{kl} \cdot R_s$ va bu holatda quyidagiga ega bo'lamiz:

$$T_{h\Sigma} = T_{h1} + T_{h6} \tag{3.18}$$

q_{h1} quyidagiga teng

$$\begin{aligned}
 q_{h1} &= B \cdot \lg(q_{kl} + 7); \\
 q_{h6} &= B \cdot \lg(q_{kl}).
 \end{aligned} \tag{3.19}$$

$M_{sek}=6$ bo'lganda $R_{h6} = R_s(q_{kl} + 0,7)$ masofada faqat bitta HR ta'sir ko'rsatadi va quyidagiga erishiladi:

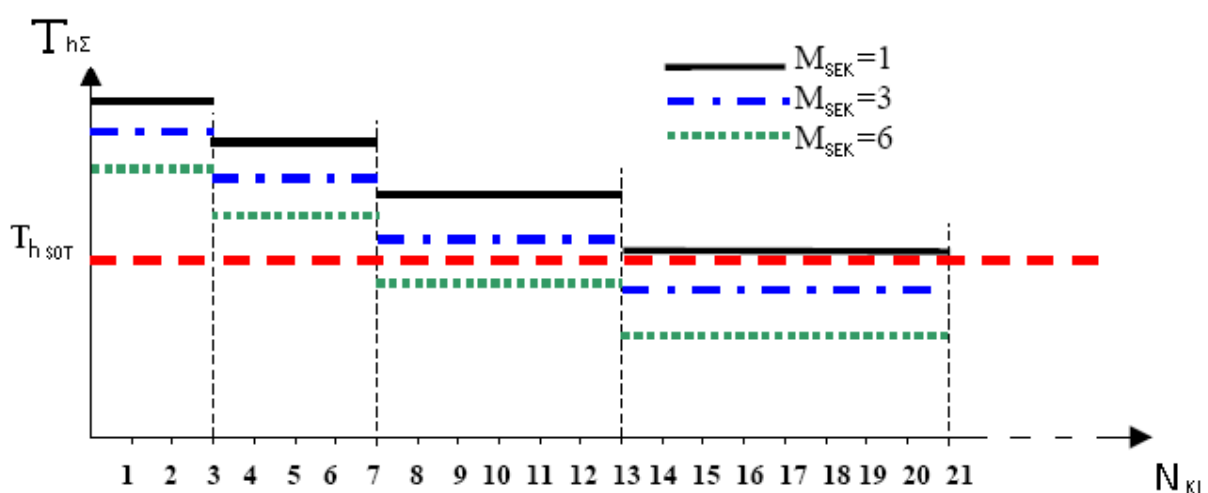
$$T_{h\Sigma}=T_{h6}. \quad (3.20)$$

q_{h6} quyidagi munosabat orqali aniqlanadi:

$$q_{h6}+ B \cdot \lg(q_{kl}+7). \quad (3.21)$$

N_{kl} va M_{sek} ning optimal belgilanishlarini aniqlash jarayoni, turli M_{sek} larda $T_{h\Sigma}$ ni $M_{sek}=1$ dan boshlab ketma-ketlikda hisoblash orqali aniqlanadi va (3.13) sharti tekshiriladi. N_{kl} va M_{sek} ning optimal belgilanishlari sifatida ular orasidagi (3.13) shartini bajaruvchi eng kichik qiymat tanlanadi. Agar $M_{sek}=6$ da (3.13) sharti bajarilmasa, u holda N_{kl} ning keyingi kattaroq qiymatini tanlash kerak va M_{sek} ning optimal belgilanishlarini yana qaytadan hisoblash kerak.

Hisob-kitobning natijalari jadvalga kiritilishi kerak va grafik ko'rinishiga kekltiliriladi. U tahminan quyidagi grafikdagidek ko'rinishga ega bo'ladi:



3.3-rasm. M_{sek} va N_{kl} ning optimal belgilanishlarini aniqlash

3.3-rasmda ko'rinib turibdiki, (3.13) sharti $N_{kl}=7$ va $M_{sek}=6$ da bajarilyapti va ular optimal sifatida qabul qilinadi.

Tizimdagi sotalar sonini hisoblash

Avvalo loyihalashtirilayotgan MATlarni o'rnatishda, ularga ajratilayotgan N_{rk} chastotaviy kanallarning umumiy sonini aniqlashda quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$N_{rk}=[\Delta f_{\Sigma}/\Delta f_{rk}] \quad (3.22)$$

bu yerda, Δf_{Σ} - SRT ishlashi uchun ajratib berilgan chastota polosasi; $\Delta f_{rk} - 1$ ta radiokanal chastota polosasi, uni hajmi uning standartdan ma'lum.

Endi bir sotaning bir sektoridagi abonentlarga hizmat ko'rsatishda ishlatiladigan $N_{rk \text{ sek}}$ radiokanallar soni aniqlanadi:

$$N_{rk \text{ sek}} = [N_{rk} / (N_{kl} \cdot \text{sek})] \quad (3.23)$$

Bir sotaning 1 sektoridagi trafik kanali (TK)ning soni $N_{tk \text{ sek}}$ quyidagiga teng:

$$N_{kt \text{ sek}} = N_{kt1} \cdot N_{rk \text{ sek}} \quad (3.24)$$

bu yerda N_{kt1} – standart harakteristikalaridan ma'lum bo'lgan, bir radiokanaldagi KT soni.

Keyin, (3.2 - grafik) ko'rinishida ko'rsatilgan Erlang modeliga muvoffiq, yuqorida aniqlangan $N_{tk \text{ sek}}$ va p_{bl} bilan belgilangan ruhsat etishdagi bitta A_{sek} dagi ruhsat etiladigan yuklanish aniqlanadi.

Bitta BS hizmat ko'rsatayotgan abonentlar soni quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$N_{ab \text{ BS}} = M_{\text{sek}} \cdot [A_{\text{sek}} / A_1], \quad (3.25)$$

bu yerda, A_1 – bir abonentdan tushayotgan, trafikning barcha turlari bo'yicha abonent yuklamasining o'rtacha qiymati. Zamonaviy SRTlarda A_1 ning quymati $A_1 = (0,04 \dots 0,01)$ ni tashkil etishi mumkin. [11]da keltirilgan ma'lumotlarga asoslangan holda Erl ni tahminan yaqinlashtirish mumkin.

Loyihalashtirilayotgan tarmoqda BS/sota soni quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$N_{BS} = [N_{ab} / N_{ab \text{ bs}}] + 1. \quad (3.26)$$

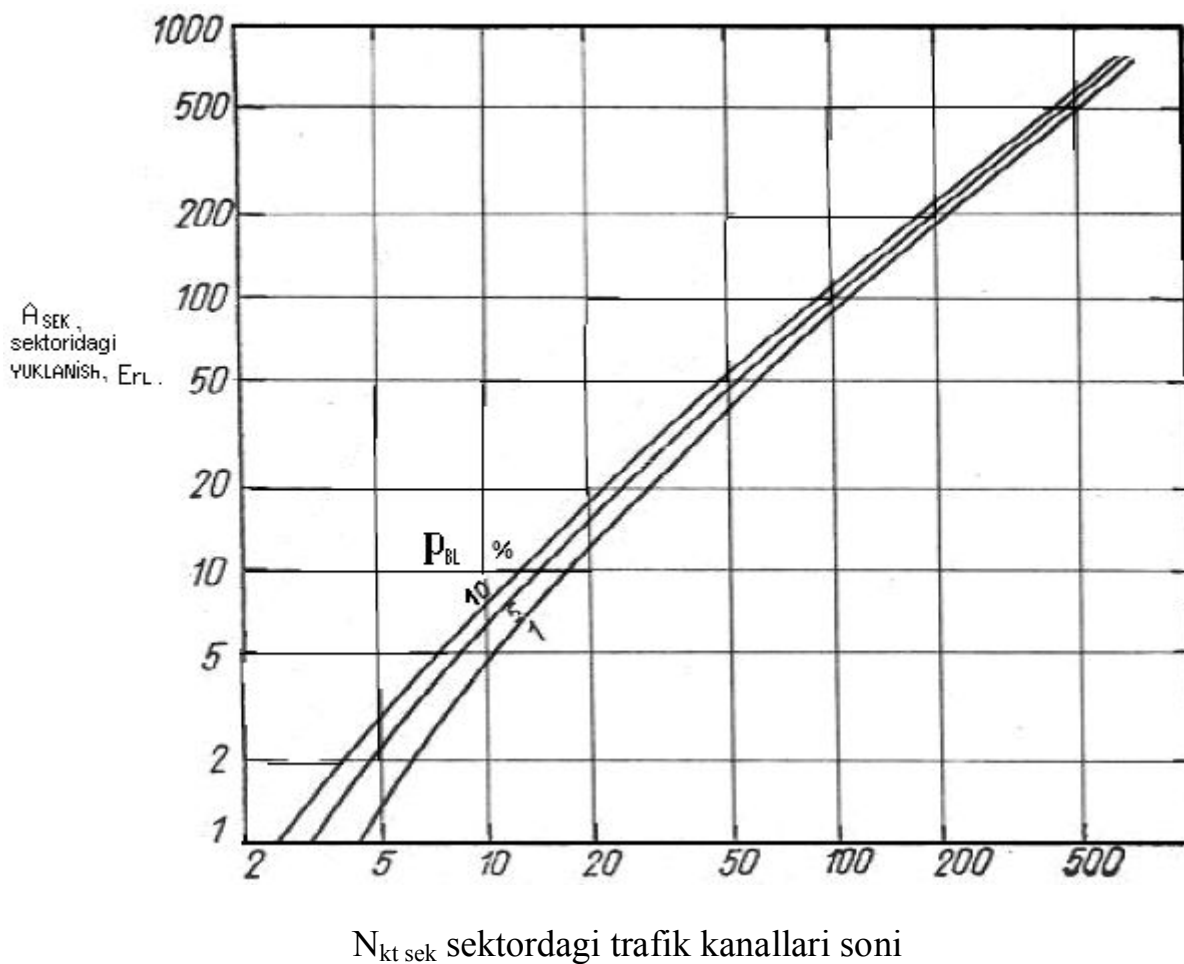
Sota radiuslarini hisoblash

SRTdagi hizmat ko'rsatish hududi (HH)ning umumiy qoplanishi shartlariga ko'ra sotalar sonini hisoblashda ularni bir turdagi deb hisoblansa, u holda shunga asoslanib bir sota yuzasi va hizmat ko'rsatish hududining yuzasi S_{HH} quyidagi munosabatda yozilishi mumkin:

$$S_{HH} = N_{bs} \cdot S_{\text{sota}} = N_{bs} \cdot \pi \cdot R_s^2. \quad (3.27)$$

Hududni to'raligicha qoplashni ta'minlovchi sotani qoplash uchun 1,06 marta kattalashtirish zarur bo'lgan sota radiusini (3.27) orqali aniqlayniz:

$$R_s = 1,06 \sqrt{S_{HH} / (\pi * N_{BS})} . \quad (3.28)$$

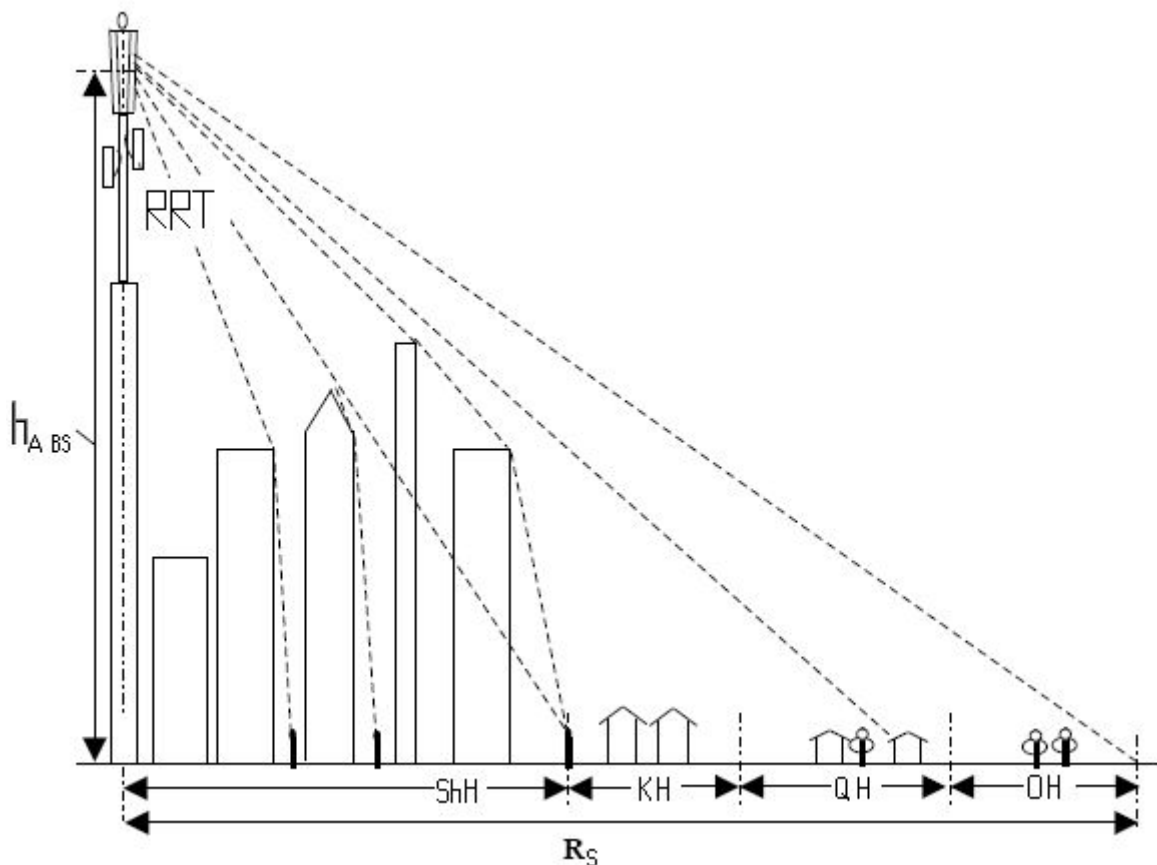


3.2-grafik. Trafik kanallari soni va blokirovka ehtimolligiga bog'liq bolgan, sektordagi ruhsat etiladigan yuklanishlarga bog'liqlik.

4. MOBIL ALOQA TIZIMLARIDA YUZAGA KELADIGAN HALAQITLARNI BARTARAF ETISH USLUBIYATLARI

4.1. Abonent va bazaviy stansiyalarning optimalenergetik parametrlarini aniqlash

Abonent stansiyalar va bazaviy stansiyalarning optimal energetik parametrlarini aniqlash uchun (Izotrop-nurlatuvchi ekvivalentli quvvat, uzatgich quvvati, antenaning kuchaytirish koefisienti), qurilishlar harakteristikasi va hudud relyefi kabi harakteristikalarni bilish kerak. Sotada radiosignalni trassa bo'ylab tarqalishining turini 4.1-rasmda ko'rish mumkin.



4.1-rasm. Katta radiusli sotadagi trassaning ko'rinishi

Bu yerda BS antennalarini joylashuvi, BRRL (Radiorele Tizimlari (RRT)) antennalari, shaxardagi qurilishlar va ASning ayrim noqulay joylashish holatlari. Bu rasmda punktir chizig'i bilan turli turdagi hududdagi qabul nuqtalariga

tarqalayotgan radiosignalning traektoriyasi tahminan ko'rsatilgan: ShH – shaxar hududi, KH – kichik shaxar (yoki shaxar chekkasi) hududi, QH – qishloq hududi, OH – ochiq hudud. Mazkur hududlar ChHRning natijalariga ta'sir ko'rsatuvchi, o'rta statistik harakteristikalar bilan bir-biridan farq qiladi va quyida shular haqida gaplashamiz.

Radiosignal tarqalishining eng ma'yordagi sharti sifatida BSlarni o'rnatishda eng optimal balandlikni tanlash kerak, chunki AS anten nasining balandligi doimiy va uning balandligi tahminan 1,5 m ga teng deb hisoblanadi.

Bunday balandlikdagi ASlaraga hizmar ko'rsatish uchun BSning balandligi o'sha hududda kamida 5...10m bo'lishi kerak. Katta radiusdagi sotalar (4.1-rasm) holatida esa, hudud bir nechta turga ega bo'lishi mumkin va BS anten nalarining balandligi ularning barchasiga hizmat ko'rsata olishi kerak.

Abonent stansiyalar va bazaviy stansiyalarning energetik parametrlari hisob-kitobining chegaralari (kriteiy) sifatida sotadagi Me'yoriy Aloqa Shartlari (MASH) hisoblanadi.

$$T_s \leq T_{s \text{ sota}}, \quad (4.1)$$

bu yerda, T_s – sotada aloqa buzilishining ehtimolligi (ABE), AS, BS, R_s va boshqa parametrlardagi FR larning qotishi bilan asoslangan.

T_s ni aniqlash uchun avval quyidagi parametr aniqlanadi

$$\Psi_s = (p_{s \text{ med}} - p_{s \text{ min}}) / S, \quad (4.2)$$

bu yerda $p_{s \text{ min}}$ – standart harakteristikalaridan ma'lum bo'lgan, qabul qilgichning sezgriligi; $p_{s \text{ med}}$ – qabul qilgich kirishidagi signal quvvatining median ko'rsatkichi; S – sotadagi FRning qotish darajasining parametri, dB:

Qabul qilgich kirishidagi $p_{s \text{ med}}$ ning ko'rsatikichi quyidagi formulada hisoblanadi:

$$p_{s \text{ med}} = p_i - a_s \quad (4.3)$$

bu yerda p_i – uzatuvchi stansiyaning INEQi (yo'nalishga nisbatan yoki BSning, yoki ASning ham bo'lishi mumkin); a_s – shaxar qurilishlarini hisobga olgan holda sotadagi signalni yo'qotilishi, $R=R_s$ bo'lganda (3.11) orqali aniqlanadi.

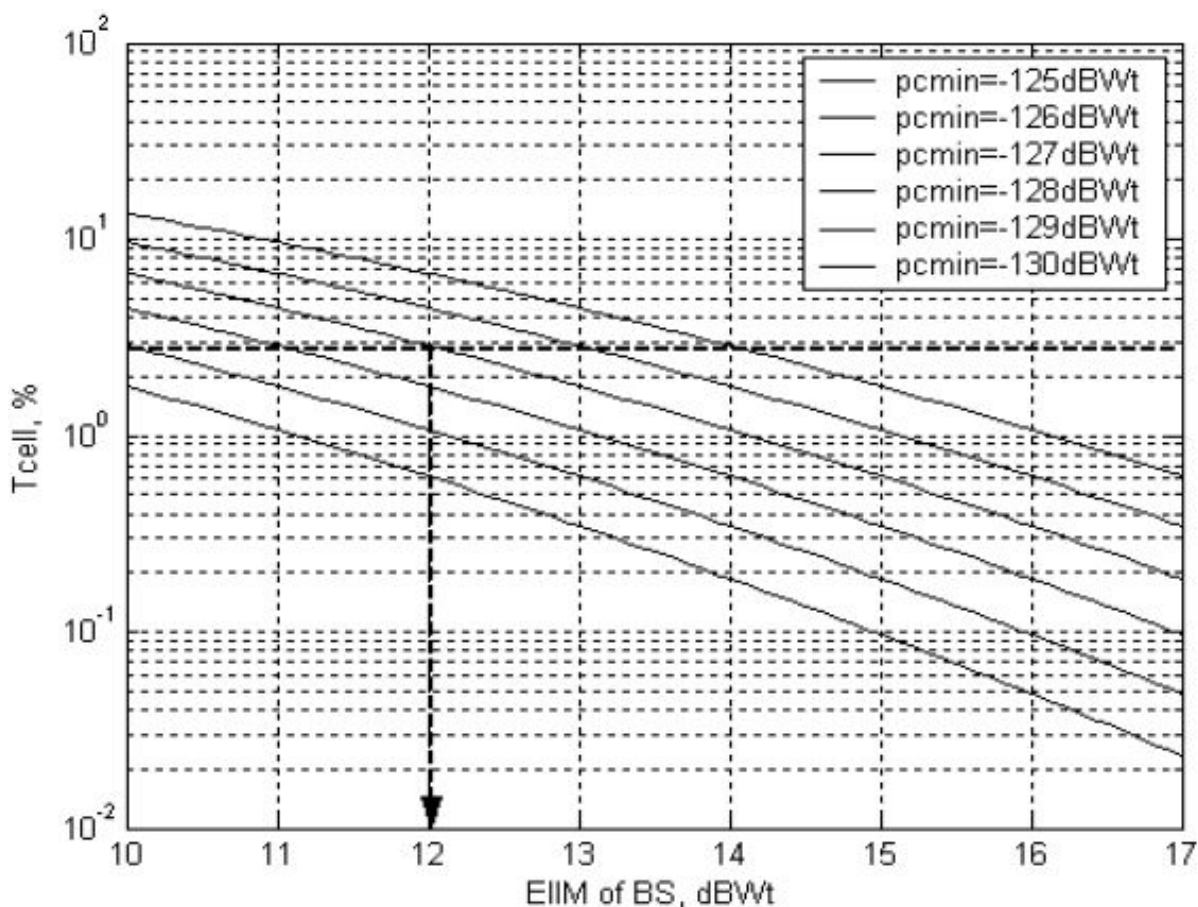
Sotadagi T_s aloqaning buzilish ehtimolligi quyidagi munosabat orqali aniqlanadi:

$$T_s = F(\Psi_s) \quad (4.4)$$

bu yerda $F(\Psi_s)$ – me'yoriy taqsimlanishda taqsimlanishning integral funksiyasi (TIF) hisoblanadi.

Sotaning radiusini aniqlash uchun $T_{s \text{ sota}}$ kursori doirasida T_s ni ta'minlovchi, hisoblangan INEQ BS uchun T_s yuqoridagi formulalar orqali hisoblanadi.

Bunday hisob-kitoblarning natijalari 4.1-jadvalda ko'rsatilgan. $T_s = T_{s \text{ sota}}$ ning barcha hisoblash shartlari bajarilgandan so'ng, jadval bo'yicha INEQ BS ning optimal ko'rsatkichlari va MS qabul qilgichining sezgirligi hisoblanadi: MS qabul qilgichining sezgirligi $p_{s \text{ min as}} = -130 \text{ dBVt}$ bo'lganda INEQ BS $p_{i \text{ bs}} \sim 12 \text{ dBVt}$ teng bo'ladi.



4.1-jadval. ASlarning turli hil sezgirliklari uchun INEQ BS ga bog'liq bo'lgan sotadagi aloqaning buzilishi ehtimolligi

Huddi shunday bog'liqlikni AS-BS yo'nalishida uchun ham hisoblanishi mumkin, natijada INEQ AS ning va BS qabul qilgichining sezgirligini ham optimal tarzda aniqlash mumkin.

Yana shunga ham e'tibor berish kerak-ki, AS va BS larning optimal parametrlarini aniqlashda, radiouzatgich quvvatini iloji boricha kamaytirish kerak va radioqabul qilgich sezgirligini oshirish kabi texnik karakteristikalariga ahamiyat berish kerak. Shuningdek, ushbu energetik parametrlarning belgilanishi chegaraviy darajada bo'lmasligi kerak.

BRRLning kerak bo'ladigan o'tkazuvchanlik qobiliyatini aniqlash

Zamonaviy SRTlarni qurish prinsiplariga mos ravishda BRRL sifatida past tezlikli (stvoldagi uzatish tezligi 2...8,5 Mbit/s) va o'rta tezlikli (stvoldagi uzatish tezligi 17...34 Mbit/s) hamda BLning talab etiladigan o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ko'ra stvollari soni 1 va undan ortiq MrRRLdan foydalaniladi.

Istalgan holatda ham standart raqamli oqim Elni uzatish uchun stvolda uzatish tezligi kamida 2 Mbit/s bo'lishi kerak. Agar Bldagi talab etilayotgan tezlik 2 Mbit/s dan ortiq bo'lishi kerak bo'lsa, u holda BRRLda mazkur Blning umumiy tezligi uchun kerak bo'ladigan shuncha 2 Mbit/s li stvollar yoki stvol ostilar tashkil etiladi.

Barcha BLlar uchun talab etilayotgan uzatish tezligi bir hil bo'lib, ular quyidagidan iborat bo'ladi:

$$B_{BL} = B_{MrS} \cdot N_{TK\ sota} \cdot N_{sota} \quad (4.6)$$

BRRL tarmog'ida ruhsat etiladigan ChHR ko'rsatkichlarini aniqlash

Yuqorida aytib o'tilganidek, BRRL tarmog'ining ChHRi uchun T_{RRL} ko'rsatkichining hisob-kitobidan foydalaniladi. Mazkur bosqichning vazifasi, BRRLda turli hil halaqitlarning ta'sir darajasini aniqlash uchun T_{RRL} ni bir nechta qismga bo'lishdan iboratdir. SRT strukturasi bir turdaligini hisobga olgan holda T_{RRL} ning ko'rsatkichining kattaligi quyidagicha yoziladi:

$$T_{RRL}=N_b \cdot (T_{sb} + T_{hb1-4} + T_{hbRRL}^1 + T_{hb}^{11}), \quad (4.7)$$

bu yerda: N_b – BRRLdagi bo'g'inlar soni;

T_{sb} – bo'g'indagi aloqaning buzilish ehtimolligi (ABE), qotishlar bilan tushuntiriladi;

T_{hb1-4} – bo'g'indagi ABE, 1-RRSdan 4-siga ta'sir qiluvchi HR bilan tushuntiriladi;

T_{hbRRL}^1 – bo'g'indagi ABE, mazkur SRTdagi boshqa BRRLlardan kelayotgan HR larning ta'siri bilan tushuntiriladi;

T_{hb}^{11} – bo'g'indagi ABE, boshqa RATlaridan kelayotgan HRLarning ta'siri bilan tushuntiriladi.

Ushbu tashkil etuvchilarning qismlarini aniqlashda T_{sota} ko'rsatkichining tashkil etuvchilari qismlari aniqlanganidek, tahminan shunday proporsiyalardan foydalaniladi. Quyidagi munosabatlarni qabul qilamiz:

$$T_{sb}=0,7 \cdot T_{RRL}/N_b; \quad (4.8)$$

$$T_{hb1-4}=0,1 \cdot T_{RRL}/N_b; \quad (4.9)$$

$$T_{hbRRL}^1=0,1 \cdot T_{RRL}/N_b; \quad (4.10)$$

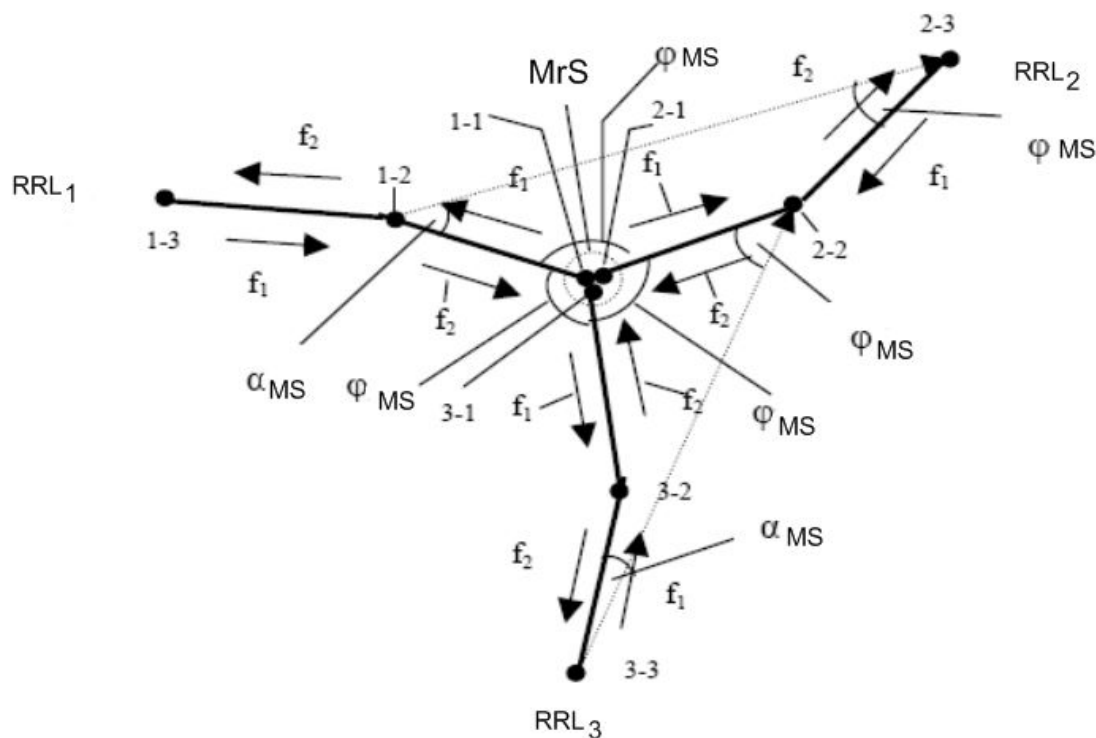
$$T_{hb}^{11}=0,1 \cdot T_{RRL}/N_b. \quad (4.11)$$

(4.8) munosabati – RRL bo'g'inining mumkin bo'lgan uzunligini aniqlaydi; (4.9) munosabati – RRLning “zigzagsimonlik” sharti; (4.10) munosabati – huddi o'sha ishchi chastotadan qayta foydalanish imkoni; (4.11) munosabati – boshqa RATlar bilan chastotaviy-hududiy ajratish. Eng so'nggi ko'rsatkichdan loyilashtirilayotgan SRT bilan boshqa radioaloqa tizimlarining EMM shartlarini hisoblashda albatta foydalanish kerak.

BRRL tarmog'ini ChHRini tashkil etish

ChHR tuzilayotganda BRRL tarmog'i ishlashini, chastota polosasini minimal darajada band qilishini ta'minlashga harakat qilish kerak. Bunga avvalo, tarmoqda 2 ta chastotali ishchi chastotalarni rejalashtirish (IChR)ni qo'llanilishi mos keladi, ya'ni, barcha BRRLning ishini tashkil ettirish uchun faqatgina 2 ta

ishchi chastotadan foydalaniladi. Oddiy holatda bunday rejani misol tariqasida 4.2-rasmda ko'rish mumkin. Ushbu rasmda ko'rinib turibdi-ki, bunday radiotarmoqda bir hil chastotalar (f_1 va f_2) turli bo'g'inlarda ishlatilmoqda, natijada ruhsat etiladigan darajadan yuqori bo'lgan HRlar yuzaga kelishi mumkin, ya'ni, mazkur BRRLning tizimosti EMM shartlari bajarilmaydigan holat.



4.2-rasm. 2 chastotali IChR si asosidagi BRRL (3 ta BRRL misolida) tarmog'ida ishchi chastotalarga ajratishning oddiy ko'rinishi

Ishchi chastotalar - tarmoqdagi HRlar sonini va darajasini maksimal darajada kamaytirilgan shartlardagina birlashtirilishi kerak. Ushbu masalani yechish uchun ko'rilyotgan SRTda BRRL tarmog'i strukturasi chegaralash (kriteriylash) kerak va uni huddi 4.2-rasmdagidek tasvirlash kerak. Bundan tashqari, BRRL tarmog'ining tarkibiga – tarmoqda juft aloqa punklari orasida kamida ikkita marshrut bo'lishini ta'minlovchi, hamda tarmoqning ishchanligini oshiruvchi zahiraviy BRRLlar ham kiritilishi kerak. Bundan ko'rinib turibdi-ki, qo'shimcha BRRLlar ham ChHR jarayonida hisobga olinishi kerak.

4.2-rasmda RRL₁-RRL₃ bilan belgilangan ikki bo'g'inli 3 ta BRRL va ikki hil numeratsiyaga ega RRS nuqtalari ko'rsatilgan bo'lib, numeratsiyalangan

nuqtalardan biri – BRRL raqamini ko'rsatsa, ikkinchisi esa shu BRRLdagi markaziy stansiyadan (MrS) boshlab, bo'g'inlar raqamini ko'rsatadi. Chastotalarga ajratish ham odatda huddi rasmda ko'rsatilgandek bo'ladi.

Tarmoqda ishchi chastotalar sonini minimizatsiyalash uchun bir hil chastotadan qayta foydalanish imkoni borligi yoki yo'qligi tekshiriladi. Bunday hisob-kitoblarni RRLda “zigzagsimon” shartlarga mos keluvchi, hamda muhitga bog'liqlik shartlarini tekshirish ko'proq tavsiya etiladi. Bu tekshirish shundan iborat-ki, halaqit beruvchi stansiyaning uzatuvchi antennasidagi HRLarning chiqish burchagi va shu HR ta'sir qilayotgan stansiyaning qabul qiluvchi antennasiga ta'sir qiluvchi HRLarning kirish burchagini (4.2-rasmdagi α_{ms} va φ_{ms} burchaklari) umumiy summasini aniqlashdan iboratdir. Shuni ham ta'kidlab o'tish kerak-ki, RRL tarmog'ida ikki turdagi halaqitli vaziyatlar bo'ladi: tugunda HRning ta'siri (4.2-rasmda MrSdagi vaziyatda ko'rsatilgan bo'lib, bunda f_2 bir hil ishchi chastotali 3 talik RRLning bo'g'inlaridagi holatga mos keladi) va uzoqdagi bo'g'inlarga HRning ta'siri. Birinchi ko'rsatilgan vaziyatda har doim $\alpha_{ms}=0$ ga teng, ikkinchi holatda esa ham u, ham bu burchaklar 0 dan 180^0 gacha o'zgarishi mumkin.

Ushbu burchaklarning kattaligi antennaning yo'nalganlik diagrammasi bilan harakterlanuvchi RRSning antennaning yo'nalganligiga bog'liq bo'lib, u $F^2(\varphi)$ bilan ifodalanadi. Ko'rilayotgan juft RRSning EMM shartlarini ta'minlash uchun quyidagi munosabat ta'minlanadi:

$$|F^2(\varphi)| \geq q_{h\text{ ruh}}. \quad (4.12)$$

bu yerda, $q_{h\text{ ruh}}$ – RRS qabul qilgichi kirishidagi Signal Halaqit Munosabati (SHM) (himoyaviy munosabat).

$q_{h\text{ ruh}}$ ni [17] da keltirilgan ma'lumotlar orqali aniqlash mumkin:

$$q_{h\text{ ruh}} = q_{sh\text{ ruh}} + (7 \dots 10) \quad (4.13)$$

bu yerda $q_{sh\text{ ruh}}$ - RRS qabul qilgichi kirishidagi Signal Shovqin Munosabati (SShM) va u $R_{hato}=10^{-3}$ ga mos keladi.

(5.8) dagi ikkinchi qo'shiluvchi HRning ta'sirini kompensatsiyalash uchun energetik zahira sifatida ko'riladi.

$q_{sh\text{ ruh}}$ RRS bilan hamjihatlikda ishlovchi radioreleyli qurilmalarning texnik xarakteristikalarini orqali aniqlanadi:

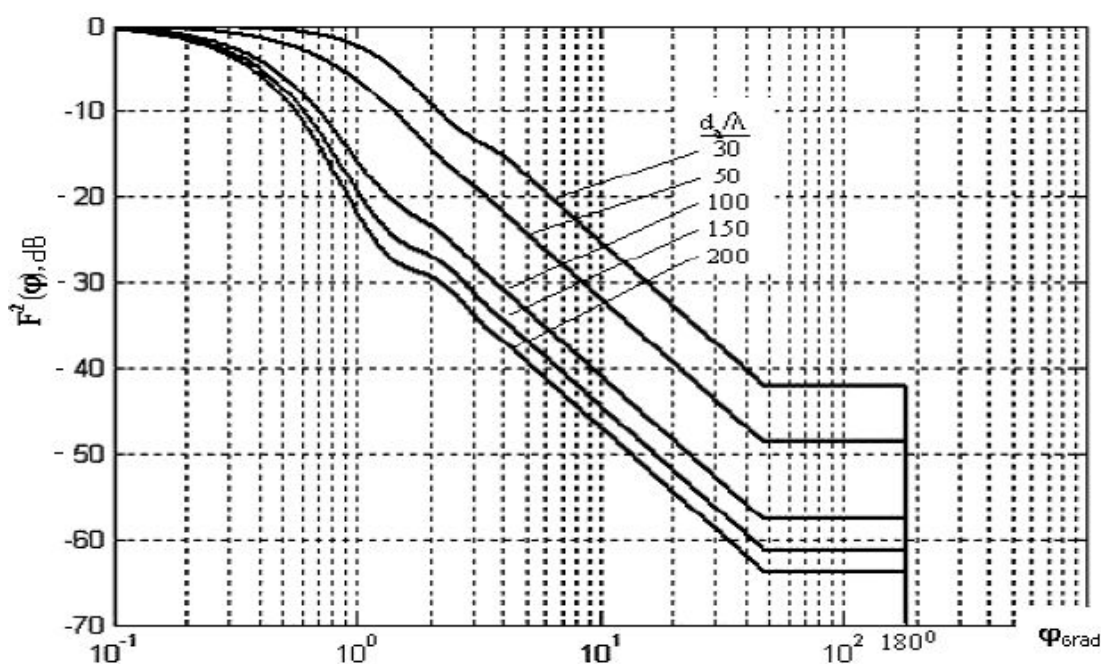
$$q_{sh\text{ ruh}} = q_{s\text{ min}} - q_{sh\text{ qab}}, \quad (4.14)$$

bu yerda $q_{s\text{ min}}$ – RRS qabul qilgichining sezgirligi, dBVt; $q_{sh\text{ qab}}$ – RRS qabul qilgich kirishidagi issiqlik shovqini, dBVt, quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$q_{sh\text{ qab}} = 10 \lg[k_B T_0 N_{sh} \Delta f_{svl}], \quad (4.15)$$

bu yerda: $k_B = 1,3810 \cdot 10^{-23}$ Vt/(Gs K) – Bolsman konstanti; $T_0 \approx 300$ K; N_{sh} – RRS qabul qilgichi kirishidagi shovqin koeffitsienti, martta; Δf_{svl} – RRS stvoli polosasining kegligi, Gs.

1...40 MGs diapazonda RRL koordintsiyasi masalalarini hal etish va halaqitlarni hisob-kitobini amalga oshirish uchun HEU (Halqaro Elelktrotehnika Uyushmasi) ning AYD (Antennaning Yo'nalganlik Diagrammasi) ning etalonlaridan foydalanishga doir tavsiyalaridan foydalanish maqsadga muvoffiqdir, sababi, AYDni ruhsat etilgan og'ib o'tilishi ko'rsatkichlari unda ko'rsatilib o'tilgan, ya'ni, real sharoitda antennadan foydalanilganda ular me'yordan oshmasligi kerak. 4.2-jadvalda shunday AYD (parabolali antenna)si grafik ko'rinishida ko'rsatilgan.



4.2 -jadval. 1...40 MGs chastota diapazonida RRL AYDni og'uvchi turli ko'rsatkichdagi λ to'lqin uzunligi va d_a antenna diametrining munosabati

4.2 -jadvalda og'ish parametri sifatida d_a/λ ko'rsatilgan bo'lib, bunda, d_a – RRS anten nasining diametri, λ – RRS to'lqin uzunligi.

Shu tariqa mazkur holatda IChR (Ishchi Chastota Rejasi)ni optimizatsiyalash jarayoni quyidagicha amalga oshiriladi:

- mazkur halaqitli vaziyatda HRni hududiy kriteriy bo'yicha ta'siri shartlarini bajarilishi tekshiriladi: HRning ta'sirini hisobga olmaslik mumkin, agar i-nchi R_{hi} HR tarqalish masofasi quyidagi shartlarga bo'ysunsa:

$$R_{hi} \geq R_{\max (km)} = 8 \cdot \sqrt{h_{HKH} + H_{0(m)}}, \quad (4.16)$$

bu yerda: h_{HKH} – loyihalashtirilayotgan SRTning HKHdagi qurilishlar (relyefning) balandligi; bu holatlarda quyidagilar qabul qilinadi: $h_{HKH}=15$ m KiSh uchun; $h_{HKH}=25$ m O'Sh uchun; $h_{HKH}=35$ m KSh uchun.

H_0 – BRRL bo'g'inidagi kritik oraliq bo'lib quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$H_{0(m)} = \sqrt{R_{(m)} \cdot \lambda_{(m)} \cdot k \cdot (1 - k) / 3}, \quad (4.17)$$

R – BRRL bo'g'inining uzunligi, m; λ – to'lqin uzunligi, m; k – to'sqinlikning yuqori nuqtasining nisbiy balandligi bo'lib, umumiy olganda $k=0,5$ deb qabul qilingan.

- agar (4.16) sharti bajarilsa, u holda mazkur RRS jutligi uchun bir hil ishchi chastotasidan foydalanish mumkin.

- agar (4.16) sharti bajarilmasa, u holda:

- d_a/λ ko'rsatkichlari hisoblanadi;

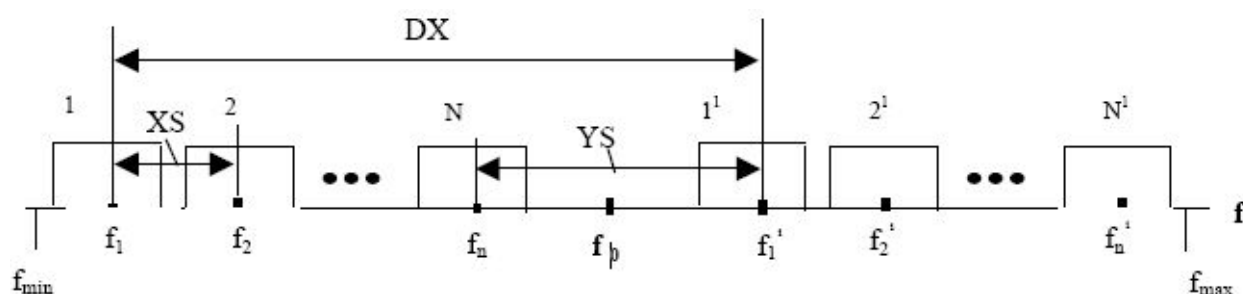
- 4.2-jadvalda $F^2(\varphi)=-q_{h \text{ ruh}}$ bo'lsa, HRning kirish va chiqish burchaklarining ruhsat etiladigan minimal darajasini aniqlovchi φ_{ruh} burchak topiladi. BRRL bo'g'inlari uzoqlashgan munosabatda bo'lsa $\alpha_{hr \text{ min}} + \varphi_{hr \text{ min}}$ va $\varphi_{hr \text{ min}}$ – halaqitli vaziyatlar uchun.

- Agar ko'rilayotgan juft RRSlarda aniqlanayotgan BRRL tarmog'i strukturasida aniqlanayotgan uzoqlashgan bo'g'inalardagi kiruvchi va chiquvchi HRning burchaklari hamjihat bo'lsa, yoki halaqitli vaziyatlarda kirish burchagi

φ_{ruh} dan katta bo'lsa, u holda shu RRS juftligida bir hil ishchi chastotda ishlashga ruhsat beriladi.

- yuqorida sanab o'tilgan amallar BRRL tarmog'idagi barcha halaqitli vaziyatlar uchun hisoblanishi kerak va shu tariqa loyihalashtirilayotgan BRRL tarmogining tizimosti EMM shartlari bajarilishini ta'minlovchi ishchi chastotalarning minimal soni aniqlanadi.

Endi yuqorida aniqlangan talab etilayotgan o'tkazuvchanlik qobiliyati va loyihalashtirilayotgan BRRL tarmog'ini kerak bo'ladigan eng minimal ishchi chastotalar sonini hisobga olgan holda Chastotalarni Joylashtirish Rejasi (ChJR) konkret qilib tasvirlanadi. Konkret ChJR standart diapazonning chastotaviy rejasi (DChR) asosida tuziladi, uning umumiy ko'rinishi esa 4.3-rasmda keltirilgan, hamda qo'yidagi parametrlar ham berilgan: f_0 - DChRning markaziy chastotasi; XS- chastotaviy kanallarning tarqalishi; DX – dupleksli tarqalish; f_{min} – diapazonning minimal chastotasi; f_{max} – diapazonning maksimal chastotasi; N – DChRning dupleksli chastotaviy kanallari soni.



4.3-rasm. Diapazon chastotaviy rejasining umumiy strukturasi

Turli chastota diapazonlarida DChRni aniqlangan parametri haqidagi aniqroq ma'lumotlar HEU tavsiyalarida keltirilgan. Shuni ham ta'kidlab o'tish mumkin-ki, DChR simmetrik strukturaga ega va bir qancha chastota kanallaridan tashkil topgan bo'lib, ularning yarmi chastota polosasining pastida joylashadi (ya'ni f_0 dan pastda) va masalan, uzatish uchun ishlatiladi, ikkinchi yarmi esa chastota polosasining yuqori qismida (ya'ni f_0 dan yuqorida) joylashgan bo'lib, u

masalan, qabullash uchun ishlatiladi. Kanallara chapdan o'ngga qarab 1 dan N gacha raqamlanadi, yuqoridagi va pastki chastota kanallaridagi bir hil raqamli juft kanallar esa dupleksli kanal yoki stvolni tashkil etadi. Kanallarning o'rtacha chastotasi – pastki polosada $f_1; f_2; \dots; f_n$ bo'lib, yuqoridagi polosada esa $f_1'; f_2'; \dots; f_n'$. Bunday chastotalar haqida HEU ning chastota diapazonlariga oid tavsiyalarida aniqroq qilib aytib o'tilgan. 4.3-jadvalda na'muna sifatida past va o'rtacha o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ega RRLLar ishlashi uchun HEU tomonidan tavsiya etilgan DChRqatorlari parametri keltirilgan.

4.3-jadval

Turli chastota diapazonlaridagi asosiy chastotaviy rejalashtirish parametrlari

f , GGs	f_0 , GGs	XS, MGs	DX, MGs	YS, MGs	N	f_n , MGs	f_n' , MGs
7	7.4	3,5	161	28	39	$f_0-150,5+3,5n$	$f_0+10,5+3,5n$
	7,6625	7	245	49	32	$f_0-238+7n$	f_0+7+7n
13	12,966	3,5	266	70	64	$f_0-274,75+28n+3,5m$ $n=1,2,\dots,8; m=1,2,\dots,8$	$f_0-8,75+28n+3,5m$ $n=1,2,\dots,8; m=1,2,\dots,8$
	12,966	7	266	70	32	$f_0-276,5+28n+7m$ $n=1,2,\dots,8; m=1,2,\dots,4$	$f_0-10,5+28n+7m$ $n=1,2,\dots,8; m=1,2,\dots,4$
15	14,875	2,5	640	70	84	$f_0-14498,75+2,5n$	$f_0-15348,75-2,5(84-n)$
	14,875	3,5	640	70	128	$f_0-14373,5+28n+3,5m$ $n=1,2,\dots,16; m=1,2,\dots,8$	$f_0-15311,25-28(16-n)+3,5m$ $n=1,2,\dots,16; m=1,2,\dots,8$
	14,875	7	640	70	64	$f_0-14371,5+28n+7m$ $n=1,2,\dots,16; m=1,2,\dots,4$	$f_0-15309,5-28(16-n)+7m$ $n=1,2,\dots,16; m=1,2,\dots,4$
18	18,7	1,75	1010	75	136	$f_0-997,875+1,75n$	$f_0-12,125+1,75n$
	18,7	3,5	1010	75	68	$f_0-998,75+3,5n$	$f_0+11,25+3,5n$
	18,7	7	1010	75	33	$f_0-997+7n$	$f_0+13+7n$
23	22,4	2,5	1232	115,5	959	$21200+2,5n; n=1\dots429$	$21200+2,5n; n=430\dots959$
	22,4	3,5	1232	115,5	685	$21199,5+3,5n; n=1\dots342$	$21199,5+3,5n; n=343\dots685$
	22,4	7	1232	119	160	$21199,5+7n; n=1\dots80$	$21199,5+7n; n=81\dots160$
26	26,375	2,5	1008	112	898	$24250+2,5n; n=401\dots850$	$24250+2,5n; n=851\dots1299$
	26,375	3,5	1008	112	641	$24248+3,5n; n=287\dots607$	$24248+3,5n; n=608\dots928$
	25,501	7	1008	112	128	$f_0-955,5+7n; n=1\dots128$	$f_0+52,5+7n; n=1\dots128$
31	31,15	3,5	140	35	32	$31015,25+3,5n; n=1\dots16$	$f_0-150,5+3,5n; n=17\dots32$
	31,15	7	140	35	16	$31013,5+7n; n=1\dots8$	$31013,5+7n; n=9\dots16$
38	38,25	2,5	462	140	1799	$36000+2,5n; n=1\dots899$	$36000+2,5n$
	36,5	3,5	462	140	113	$36074,5+3,5n; n=1\dots113$	$36536,5+3,5n; n=1\dots113$
	36,5	7	462	140	57	$36071+7n; n=1\dots57$	$36533+7n; n=1\dots57$

BRRL qurilmalarining energetik parametrlarini tanlash

BRRL qurilmalari energetik parametrlarining jamlanmasi (4.8) munosabatidan olinayotgan mos keluvchi ruhsat etiladigan bo'g'indagi aloqaning nomo'tadilligini ta'minlashi kerak. BRRL qurilmalarining texnik ko'rsatkichlarida bo'g'inning ruhsat etiladigan masofasi va aloqaning nomo'tadilligini ta'minlanishi

ko'rsatiladi va bunga mos ravishda quyidagi energetik parametrlar mavjud: uzatgich quvvatining bir qator ko'rsatkichlari, qabul qilgichning sezgittligining bir qator ko'rsatkichlari, antenaning kuchaytirish ko'effisientining bir qator ko'rsatkichlari va h.k. 4.4-jadvalda BRRLni tashkil etishda ishlatiladigan namunaviy radiorele qurilmalarining texnik xarakteristikalari keltirilgan.

4.4-jadval.

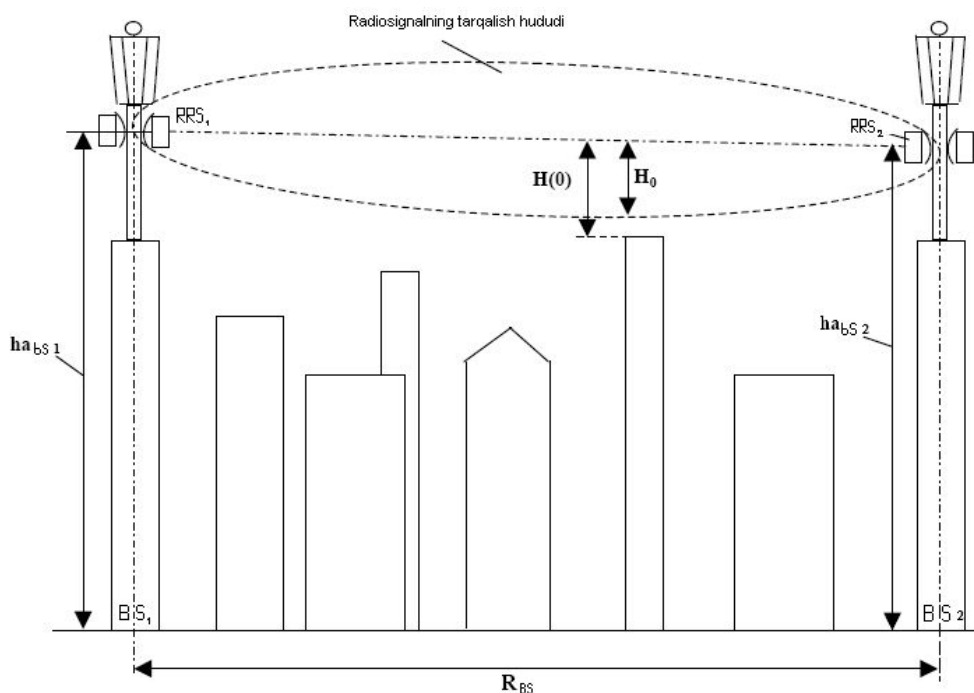
BRRL qurilmalarining namunaviy ma'lumotlari

Chastotalar diapazoni, GGs	7; 8; 13; 15; 18; 26; 31; 38
Modulyatsiya turi	4- FM; 4-ChM
Uzatgich quvvati, dBm	0...25 (o'rnatiladi)
Aloqaning masofasi, km	3...25
1 ta stvoldagi uzatish tezligi, Mbit/s	2; 8; 17; 34
Shovqin ko'effisienti, dB	5...8 (chastotaga bog'liq)
$P_{\text{hat}}=10^{-3}$ da qabul qilgich sezgirligi, dBm	-91...-81 (tezlikka bog'liq)
Antenaning diametri, m	0,3...0,9
Tizim ko'effisienti, dBm	110...99 (tezlikka bog'liq)
RRS konfiguratsiyasi (konstruksiya)	1+0; 1+1; 2+0

4.4-jadvalda MiniLink-E va MiniLink-C (Ericsson firmasi), Pasolink (NEC firmasi), Urbicom2 (Sagem firmasi), CellLink(Nera firmasi) firmalarining shunday turdagi qurilmalariga oid ma'lumotlar keltirilgan-ki, ular kichik va o'rta o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ega bo'lgan radioreleli tizim qurilmalarining texnik xarakteristikalariga mosdir. Bunday qurilmalarning o'ziga hosligi quyidagilardan borat: yuqori darajadagi ishonchlilik; uzatish tezligiga mos ravishda kerak bo'ladigan stvol polosasini o'rnatish; tizim konfiguratsiyasi tomonidan o'zgartiriladigan, talab etiladigan chiqish quvvatining o'rnatilishi.

Shu tariqa, bu holatda qurilmaning energetik parametrlari tanlangan holatda BRRL bo'g'inida me'yoriy aloqa shartlari (MASH) bajarilishini tekshirish asosida energetik parametrlar tanlanadi.

RRL bo'g'ida MASHning buzilishiga sabab - susayishlar ko'paytirgichi V radiosignallarning susayishi tufayli ruhsat etiladigan $V_{\min}$ minimal ko'rsatkichidan kam bo'lib qoladi. Son jihatdan u $V < V_{\min}$ davomidagi vaqt foizi sifatida belgilanadi va $T(V_{\min})$ bilan belgilanadi. Agar antennaning balandligi 4.4-rasmdagidek ko'rsatilgan bo'lsa, u holda radiosignallarning qotishi tufayli RRL bo'g'larida aloqaning buzilishi ikki sabab bilan ko'rsatiladi.



4.4-rasm. Shaxardagi BRRL trassasi na'munasi

Birinchisi – signalni qabul qilish nuqtasidagi interferensiya va $T_{\text{int}}(V_{\min})$ vaziyatidagi ehtimollikni hisobga olib, troposferaning qatlamli nobirjinsligidan akslanayotgan nur.

Ikkinchisi – radiosignallarni yog'ingarchilik vaqtida susayishi, bunda $T(V_{\min})$ ehtimolliги hisobga olinishi kerak.

BRRL bo'g'indagi aloqaning buzilish ehtimolliги na'munaviy uslubiyat asosida hisoblash amalga oshiriladi, ya'ni bunda bo'g'indagi aloqaning buzilish ehtimolliги (ABE) quyidagicha aniqlanadi:

$$T(V_{\min}) = T_{\text{int}}(V_{\min}), \quad (4.18)$$

Kerak bo'ladigan minimal-ruhsat etiladigan susayish ko'paytirgichi

$$V_{\min} = -K_s + a_{\text{em}} + a_{f\text{uz}} + a_{f\text{qq}} - g_{a\text{qq}} - g_{a\text{uz}}, \quad (4.19)$$

Bu yerda $K_s = p_{\min} - p_{\text{uz}} = 105,5$ dBVt – tizim koeffitsenti (3.1-jadval)

a_{em} – erkin muhitda radiosignalni susayishi:

$$a_{\text{em}} = 20 \lg(4\pi \cdot R_0 / \lambda) = 20 \cdot \lg(4 \cdot 3,14 / 10 / 1,15 \cdot 10^{-5})$$

$a_{f\text{uz}}$ va $a_{f\text{qq}}$ – uzatgich va qabul qilgich fideridagi yo'qotishlar bo'lib, ularni hisobga olmaslik ham mumkin.

$g_{a\text{qq}}$ va $g_{a\text{uz}}$ – RRS antenasining kuchaytirish koeffitsenti bo'lib, quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$g_a = 10 \lg[(\pi \cdot d_a / \lambda)^2 \cdot K]$$

$K=0,7$ va antenna diametri 0,3 m uchun:

$$g_a = 10 \lg(3,14^2 \cdot 0,09 \cdot 0,7^2 / 0,0115^2) = 40 \text{ dB};$$

$$V_{\min} = -105,5 + 146 - 80 = -39,5 \text{ dB};$$

$T_{\text{int}}(V_{\min})$ ni hisoblash:

$V \leq -20$ dB bo'lganda, sanab o'tilgan RRL bo'g'inlarida:

$$T_{\text{int}}(V_{\min}) \approx T_{\text{tr}}(V_{\min}) \approx (V_{\min})^2 \cdot T(\Delta\epsilon), \quad (4.20)$$

Bu yerda $T_{\text{tr}}(V_{\min})$ – troposferaning nobirjinsliligi akslangan to'lqinlar natijasida, $V < V_{\min}$ davomidagi vaqt foizi:

Formuladan $T(\Delta\epsilon)$ vaqt foizi topiladi, uning davomida troposferaning nobirjinsligidan akslanishlar yuzaga kelishi mumkin, ya'ni $f = 38$ GGs va $R_0 = 4$ km da quyidagini topamiz:

$$T(\Delta\epsilon) = 4,1 \cdot 10^{-4} \cdot \xi \cdot R_0^2 f^{1,5} = 4,1 \cdot 10^{-4} \cdot 16 \cdot (26)^2 \approx 1\%. \quad (4.21)$$

Troposferadagi nobirjinsliklardan akslangan to'lqinlar ta'siri natijasida $V < V_{\min}$ davomidagi vaqt foizini aniqlaymiz:

$$T_{\text{int}}(V_{\min}) = 10^{-0,2 \cdot 39,5} \cdot 1 = 1,1 \cdot 10^{-4} \%$$

4.2. Mobil aloqa tizimlarining ishonchliligini aniqlash

Aloqa tizimining ishonchliligi son jihatdan t_i tizimning ishlash vaqtida (hayotida) K_t e tayyor emaslik koeffitsenti bilan harakterlanadi va quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{te} = t_{qt}/t_h, \quad (4.22)$$

bu yerda t_{qt} – tizimning ishga layoqatlilikgi vaqti t_h da qayta tiklanish (remont) summaviy vaqti.

SRTda ishlatiladigan zamonaviy qurilmalar yuqori ishonchlilikka ega bo'lib, buning natijasida qurilma umumiy ishlash vaqti davomida faqat 1 marotaba ishdan chiqishi mumkin. Shu tariqa SRT ekspluatatsiyasi shartlari asosda (4.22) da t_{qt} ni aniqlash imkonini beradi. Amaliyotda ko'p hollarda $t_{qt} \approx H \cdot 1$ soat, ya'ni H tizimning har bir elementi qayta tiklanishi uchun uchun bir soatdan vaqt. Tizimning faoliyat vaqti (hayoti)ni odatda $t_h = 15$ yil deb qabul qilishadi.

SRTning ishonchliligi huddi ABE ni aniqlashdagidek amalga oshiriladi. Ushbu struktura elementlarning ketma-ketlikda bog'lanishi orqali amalga oshirila ekan, u holda K_{te} yaqinlashtirilgan munosabat orqali aniqlanishi mumkin.

$$K_{te} \approx 2K_{teas} + K_{tebs} + K_{teMrS} + N_b(K_{teRRS} + T_Y), \quad (4.23)$$

Bu yerda K_{teas} – AS tayyor emaslik koeffisienti;

K_{tebs} – BS tayyor emaslik koeffisienti;

K_{teMrS} – MrS tayyor emaslik koeffisienti;

K_{teRRS} – RRS tayyor emaslik koeffisienti;

T_Y – yomg'ir ta'siri tufayli BRRL bo'g'inidagi ABE

(4.23)ga asoslangan holda $N_b = 10$ da H ko'rsatkichi $H = 10$ ni tashkil etadi.

(4.23) dagi ko'rsatkichlarni qo'yib, SRT ning ruhsat etiladigan tayyor emaslik koeffisientini olamiz $K_{ruhe} = 8,4 \cdot 10^{-3} \%$.

SRT qurilmalarining yuqori darajadagi ishonchliligini hisobga olgan holda AS, BS, MrS, RRS larning qurilmaviy tayyor emaslik koeffisienti tahminan bir hil tartibga ega va quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$K_{teas} \approx K_{tebs} \approx K_{teMrS} \approx K_{teRRS} \approx 1/t_{re} \quad (4.24)$$

Bunda t_{re} – “rad etish” gacha bo'lgan qurilmaning yaroqlilik vaqti, u $t_{re} \approx (200000 \dots 300000)$ soat kattaligiga ega. K_{te} ni hisoblash uchun quyidagi ko'rsatkichlarni qo'llash tavsiya etiladi: $t_{reas} \approx t_{rebs} \approx t_{reMrS} \approx 200000$ soat va $t_{reRRS} \approx 300000$ soat.

Yuqoridagilarni hisobga olib K_{ante} quyidagi munosabat orqali aniqlanadi:

$$K_{\text{qur t e}} \approx (4/200000 + N_b/300000) 100\% \quad (4.25)$$

Natijani quyidagiga qo'ysak:

$$K_{\text{qur t e}} \approx (4/200000 + 10/300000) 100\% = 5,3 \cdot 10^{-3}$$

Shu tariqa BRRL bo'g'inida ruhsat etiladigan ABE ning ko'rsatkichi quyidagiga teng:

$$T_{\text{b ruh}} = (K_{\text{ruh t e}} - K_{\text{qur t e}}) / N_b = (8,4 \cdot 10^{-3} - 5,3 \cdot 10^{-3}) / 10 = 3,1 \cdot 10^{-3} \%$$

Ko'pincha yomg'ir tufayli radioto'lqinlarning susayishi 5 GGs dan yuqori bo'lgan chastotalarda bilinadi va $p = (0,001 \dots 1)\%$ vaqt foizi uchun u quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$a_Y(T) = 0,12 a_{0,01} \cdot T^{-[0,546 + 0,043 \cdot \lg(T)]}, \quad (4.26)$$

bu yerda $a_{0,01} = k \cdot (I_{0,01})^a \cdot R_b / [1 + R_b / 35 e^{-0,015 \cdot I_{0,01}}]; \quad (4.27)$

$$k = 0,5 [k_g + k_v + (k_g - k_v) \cdot \cos^2(\varepsilon_p) \cdot \cos(2\tau)]; \quad (4.28)$$

$$\alpha = 0,5 [k_g \alpha_g + k_v \alpha_v + (k_g \alpha_g - k_v \alpha_v) \cdot \cos^2(\varepsilon_p) \cdot \cos(2\tau)] / k. \quad (4.29)$$

$I_{0,01}$ – yomg'ir intensivligi, vaqtning 0,01% davomida oshishi; k_g , α_g , k_v , α_v – 4.5-jadvalda ko'rsatilgan, signalning vertikal va gorizontalar polyarizatsiyasi uchun, yomg'irda susayishda chastotaviy bog'liqlikning approksimatsiya koeffitsienti; τ – gorizontalar va polyarizatsiya tekisligi orasidagi burchak, odatda hisob-kitoblarda $\tau = 45^\circ$ deb olinadi.

4.5-jadval

f, GGs	k_g	k_v	α_g	α_v
10	0,0101	0,00887	1,276	1,264
12	0,0188	0,0168	1,217	1,200
15	0,0367	0,0335	1,154	1,128
20	0,0751	0,0691	1,099	1,065
25	0,124	0,113	1,061	1,030
30	0,187	0,167	1,021	1,000
35	0,263	0,233	0,978	0,963
40	0,350	0,310	0,939	0,929

4.6-jadvalda yomg'irning tarqalishiga oid statistik ma'lumotlarda asoslangan holda yurtimining ayrim hududlaridagi $I_{0,01}$ ning ko'rsatkichlari beerilgan:

viloyat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$I_{0,01}, \text{mm/s}$	80	65	45	60	57	65	40	92	85	55

4.7-jadvalda O'zbekiston Respublikasidagi yomg'ingarchilik yuz beradigan asosiy viloyatlar keltirilgan.

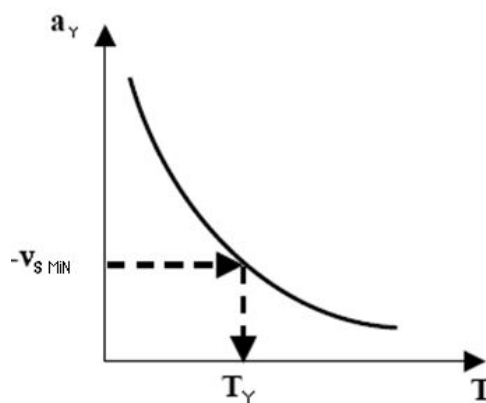
Viloyat raqami	Viloyatning nomi
1	Toshkent shahri
2	Samarqand viloyati, Samarqand shaxri
3	Navoiy viloyati, Navoiy shaxri
4	Qashqadaryo viloyati, Qarshi shaxri
5	Surxandaryo viloyati, Termiz shaxri
6	Andijon viloyati, Andijon shaxri
7	Xorazm viloyati, Urganch shaxri
8	Farg'ona viloyati, Farg'ona shaxri
9	Namangan viloyati Namangan shaxri
10	Buhoro viloyati Buxoro shaxri

Yomg'ir tufayli (4.25)-(4.26) munosabatidan BRRL bo'g'inida ABEni aniqlash uchun $a_Y(T)$ bog'liqligi tuziladi va undan $a_Y = -V_{s \min}$ orqali T_Y aniqlanadi. Bunday jarayon 4.5-rasmda ko'rsatilgan:

$V_{s \min}$ ko'rsatkichi quyidagi shartlar bajarilishi uchun T_Y ko'rsatkichini ta'minlashi kerak

$$T_Y \leq T_{Y \text{ ruh}} \quad (4.30)$$

Agar (4.30) sharti shu $V_{s \min}$ ko'rsatkichida bajarilmasa, u holda 4.2.1-rasm yordamida (4.30)ni qanoatlantira oladigan $V_{s \min}$ ko'rsatkichini aniqlash kerak. Keyin 6 bo'limda bajarilgan RRSning energetik parametrlari hisob-kitobini taqsimlash kerak.

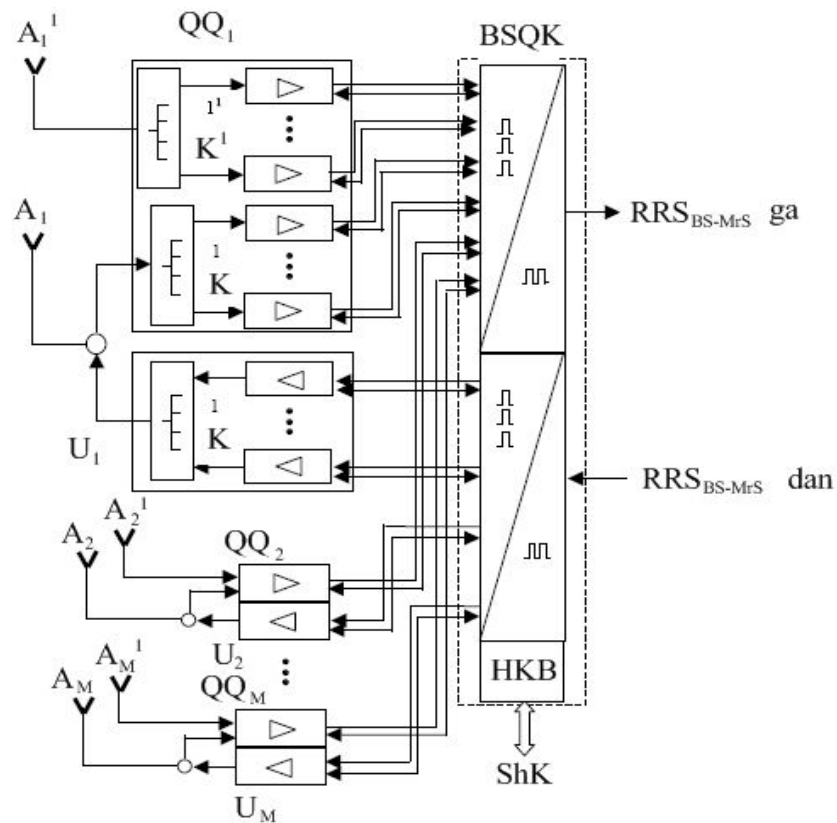


4.5-rasm. Yomg'ir tufayli BRRL bo'g'inida ABEni aniqlash

Stansiyalarning strukturaviy sxemalari

SRT (BS, MrS, RRS) stansiyalarining strukturaviy sxemalarini ishlab chiqarishning vazifasi SRTning texnik ko'rsatkichlarini loyahashtirish jarayonida hisob-kitob qilingan turli strukturaviy sxemalarni turli stansiyalarning strukturasi ga adaptatsiyalash (moslashtirish) dan iboratdir. Aniqrog'i bu quyidagilardan iborat: hisoblangan QQ-Ularning sonini hisobga olib shu strukturaviy sxemalarni tasvirlash; BRRL tarmog'ida foydalaniladigan, qabullash ajratilishining mavjudligi yoki mavjud emasligi; E1 elementar raqamli oqimlarning soni va boshqa ko'rsatkichlar.

Barcha turdagi qurilmalarning umumiy strukturaviy sxemasi 4.6...4.9-rasmlarda taqdim etilgan. 4.6-rasmda har bir sektorda qabullashni ajratishli M-sektorli BSning umumiy strukturaviy sxemasi keltirilgan va quyidagi belgilanishlar keltirilgan: A_M va A_M^1 – M-radiokanali QQ-Uning asosiy va muhitli-ajratilgan antenasi; QQ_M va U_M – M-radiokanalning qabul qilgichi va uzatgichi; BSQK – BS qurilmalarining kontrolleri; HKB – mahalliy hizmat ko'rsatish bloki (klaviatura, displey, prosessor va tashqi kompyuterga bog'lanish uchun interfeys); RRS – radioreleli stansiya; ShK – shaxsiy kompyuter.

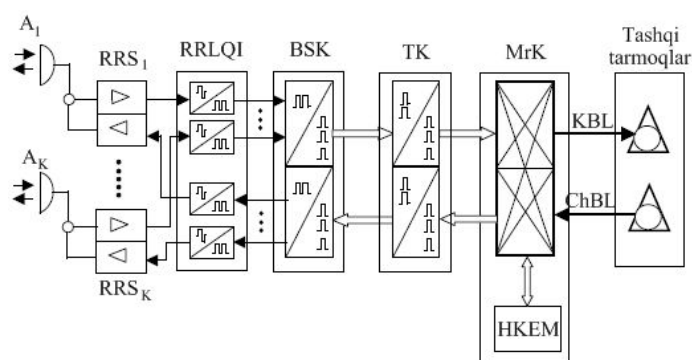


4.6-rasm. Barcha sektorlardagi qabullashi ajratilgan M-sektorli Bsning umumiy strukturaviy sxemasi

4.6-rasmdan ko'rinib turibdiki qabullash va uzatishning barcha bloki, BSQKga va BSQKdan kelayotgan raqamli signallarga mos keluvchi bir yo'nalgan uzatish liniyasidan tashqari, kanalli QQ-U parametrlarini raqamli dasturiy-qurilmaviy boshqaruvchi ikki yo'nalgan liniyaga ega. Bunday boshqaruv, ham BS radioqurilmalar parametrlarini operativ o'rnatish va sotalararo hendover prosedurasi bajarilishi jarayotnida MrS tomonidan amalga oshiriladi, ham turli hil ekspluatatsion proseduralar, quvvatni avtomatik to'g'rilash (QAT), tizim ishida qabul qilgichlarning kuchlanishini avtomatik to'g'rilash (KAT) va ichkisota hendover bajarilishi jarayonida BSQK tomonidan amalga oshiriladi.

HKB va ShK yordamida, dasturiy ta'minotni boshlang'ich o'rnatilishida stansiyaning QQ-U qurilmalariga hizmat korsatuvchi personalga dasturiy-qurilmaviy kirishga rihsat, shuningdek keyingi ekspluatatsiya jarayonini amalga oshiriladi.

4.7-rasmda MrSning umumiy strukturaviy sxemasi keltirilgan bo'lib, unda yana quyidagi belgilanishlar ko'rsatilgan (4.6-rasmdagi belgilanishlarga qo'shimcha ravishda): BSK – BS kontrollerlari; MrK – markaziy kommutator; HKEM – hizmat ko'rsatish va ekspluatatsiya markazi; TK – transkoder; KBL – kiruvchi bog'lovchi liniyalar; ChBL – chiquvchi bog'lovchi liniyalar. Tashqi tarmoqlar: UFT – umumiy foydalaniluvchi telefon tarmog'i; IHKRT – integral hizmat ko'rsatishli raqamli tarmoq. Boshqa aloqa tarmoqlari: $RRS_1...RRS_k$ – k aloqa yo'nalishi soniga ko'ra radioreleli stansiyalar; $A_1...A_k$ – RRS antennalari; RRLQI – radioreleli qurilmali interfeys.

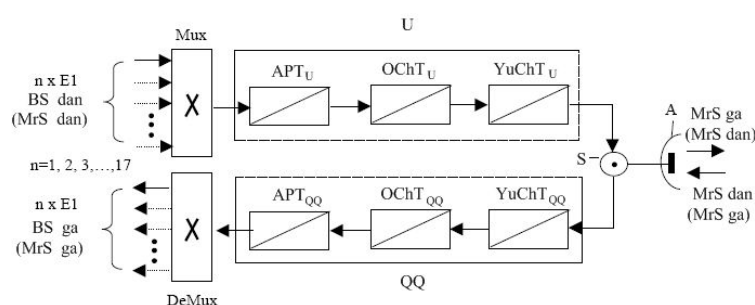


4.7-rasm. Markaziy stansiyaning umumiy strukturaviy sxemasi

TK blokida MrK dan BSK yo'nalishida GSM standarti tomonidan belgilangan, 64 kbit/s li raqamli signalni uzatish tezligini 16 kbit/s ga o'zgartirish bajariladi, keyinchalik vaqt bo'yicha zichlashtirish orqali shunday 4 ta signalni bitta 64 kbit/s tezlikdagi raqamli signalga aylantirib, so'ngra, mazkur holatda 120ta kanal trafiga ega bo'lgan, umumiy uzatish tezligi 2,049 Mbit/s (E1 raqamli oqim) li 30 ta kanalli liniyalar tarkibiga kiruvchi standart asosiy raqamli kanal orqali uzatiladi. BSK dan MrS yo'nalishida raqamli signallarni teskari o'zgartirilishi bajariladi. Ishlatiladigan E1 raqamli oqimlar soni sotaning hisoblangan summaviy hajmiga mos keladi, ya'ni, loyihalashtirilayotgan SRTning barcha sotalarida qurilayotgan trafik kanallarining umumiy soni.

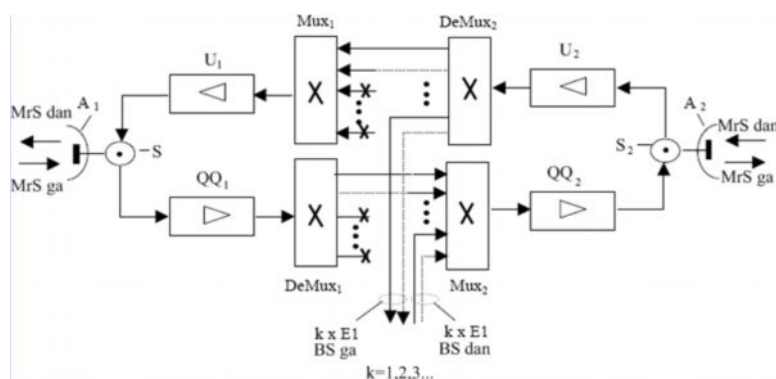
RRLQI bloki (liniyali interfeyslar)da - BSK (NRZ kodida)da ishlatiladigan signallar va RRL (HDB3 kodida) orqali uzatishda foydalaniladigan signallar formatining hamjihatligi amalga oshiriladi.

4.8 va 4.9-rasmlarda, zahiralashtirilmagan bit stvolli variantda, oraliq RRS (ORRS) va Yakuniy RRS (YaRRS) larning bir turdagi strukturali sxemasi keltirilgan. Bu yerda quyidagi belgilanishlar kiritilgan: E1 – 2,048 Mbit/s li birlamchi raqamli oqim; n – RRSning talab etiladigan o'tkazuvchanlik qobiliyatini ta'minlovchi, E1 oqimining soni; Mux va DeMux – raqamli oqimlarning multipleksori va demultipleksori; APT_U va APT_{QQ} – uzatuvchi va qabul qiluvchi asosiy polosa trakti; $OChT_U$ va $OChT_{QQ}$ – uzatish va qabul qilish oraliq chastota trakti; YuChT - uzatuvchi va qabul qiluvchi yuqori chastota trakti; S – sirkulystor; A - RRS ning QQ-U antenasi.



4.8-rasm. Birstvolli YaRRSning umumiy strukturaviy sxemasi

Shuni ham ta'kidlab o'tish joizki, ma'lum bir BRRL tarkibiga kiruvchi YaRRS (ular 2 ta bo'ladi) va bir qancha RRS, bir birlaridan mazkur RRS yordamida uzatiluvchi E1 raqamli oqimlar sonini harakterlovchi o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ko'ra ajratiladi.



4.9-rasm. Birstvolli ORRSning umumiy strukturaviy sxemasi

5. HAYOT FAOLIYATI HAVFSIZLIGINI TA'MINLASH

5.1 Elektromagnit nurlanishlar va ulardan himoyalash

Mobil aloqa tizimida turli chastotalardagi elektromagnit nurlanishlardan keng foydalaniladi. Aloqa qurilmalarida generatorlar, antenna qurilmalari, yuqori chastotali transformatorlar, fider yo'nalishlar, materiallarni termik ishlov berish uchun qurilmalarda – elektromagnitlar, kondensatorlar elektromagnit nurlanish manbai sanaladi. Ko'rsatilgan qurilmalarning atrofida elektromagnit maydonlar hosil bo'ladi. Elektromagnit maydonlarning foydali harakati bilan bir qatorda inson tanasiga kirib, unga salbiy ta'sir qo'rsatishi va kasbiy kasalliklarga sabab bo'lishi mumkin bo'lgan zararli elektromagnit to'lqinlar ham mavjud. Agar bunday to'lqinlar ta'siriga doimiy tarzda duch kelinadigan bo'lsa, bu to'lqinlar miyya faoliyatiga ta'sir qiladi, shuningdek, asab tizimi, quloq kasalliklari, endokrinologik kasalliklar va yurak-qon tomirlari tizimi kasallanishini ham keltirib chaqirishi mumkin. Hamda inson tanasining qon bosimi pasayadi, pulsi sekinlashadi, reflekslar tormozlanadi, qon tarkibi o'zgaradi.

Elektromagnit maydonlar (EMM) ta'sirida zararlanish darajasi nurlanish intensivligi, chastotasi, ta'sir vaqti va nurlanish darajasiga bog'liq. Elektromagnit maydonlar intensivligi, chastotasi, ta'sir vaqti qanchalik ko'p bo'lsa, inson organizmiga ta'siri shunchalik kuchli bo'ladi.

Elektromagnit maydonlarning insonga zararli ta'sirlarini ogoxlantirish maqsadida ish joylarida 0,06-300 MGs diapazonlarda standartga muvofiq quyidagi normalar o'rnatilgan:

№	Chastotalar diapazoni, MGs	Elektr tashkil etuvchi, V/m	Elektr tashkil etuvchi, A/m
1	0,06-1,5	50	5
2	1,5-3,0	20-50	5
3	3,0-30	20	5
4	30-50	10	0,3
5	50-300	5	0,3

O'ta yuqori chastotalarda (300 MGs dan yuqori) inson organizmiga ruxsat etiladigan energetik yuklanish W va xodimning nurlanish zonasida bo'lish vaqtidan kelib chiqqan holda EMM chegeraviy ruxsat etiladigan energiya oqimi zichligi (EOZ) normalashtiriladi:

$$EOZ = W / T$$

Ish joylarida $EOZ \leq 10 \text{ Vt/m}^2$, rentgen nurlanishi yoki havo harorati $T > 28^\circ\text{C}$ bo'lgan binolarda -1 Vt/m^2 bo'lishi kerak.

Nurlanish intensivligi ustidan nazorati yiliga kamida 1 marta o'tkazilishi kerak, shuningdek, yangi yoki eski generator qurilmalar ishga tushirilganida yoki ta'mirlanganida va mehnat sharoitlari o'zgarganida o'tkaziladi. O'lchov poldan 0,5 – 1 – 1,7 m masofada 3 nuqtadagi maksimal quvvatda o'tkaziladi.

Elektromagnit maydonlarni ta'siridan himoyalashning asosiy usullari va vositalari quyidagilardan iborat:

1. Himoyalashning tashkiliy choralari.
2. Manbadagi nurlanish intensivligini kamaytirish.
3. Nurlanish manbaini ekranlashtirish.
4. Nurlanish manбайдan ishchi o'rinlarini ekranlashtirish.
5. Masofadan boshqarish.
6. Signalizatsiya vositalarini qo'llash.
7. Individual himoya vositalarini qo'llash.

Ishning muayyan sharoitlariga bog'liq tarzda shu vositalardan biri yoki ularning ixtiyoriy kombinatsiyasi qullanilishi mumkin.

1. Tashkiliy choralar – uskunalarni ratsional joylashtirish, qurilmalar va xizmat ko'rsatilayotgan personal ishining muayyan rejimini belgilashdir.

Yuqori va o'ta yuqori chastotali qurilmalari bilan ishlashda tibbiy ko'rikdan o'tgan, 18 yoshdan kichik bo'lmagan, texnika xavfsizligi bo'yicha o'qib, imtihon topshirgan shaxslarga ruxsat etiladi. Har yili xizmat ko'rsatayotgan personal tibbiy ko'rikdan o'tkazilishi shart. Agar ish yuqori xavfli sharoitlarda, nurlanishda, ketayotgan bo'lsa, xodimlar uchun qisqartirilgan ish kuni va qo'shimcha ta'til belgilanishi kerak.

2. Manbadagi nurlanish intensivligini kamaytirishda moslashtirilgan yuklamalar, quvvat yutuvchilar qo'llanilishi orqali nurlanish intensivligini kamaytirishga erishiladi.

3. Nurlanish manbaini ekranlashtirishda nurlatuvchi qurilmalar maxsus ekranlar yordamida ekranlashtiriladi. Ekranlarning himoya xossalari turli materiallar bilan elektromagnit nurlanishlarning qaytishi va yutilishiga asoslanadi. Ekranlar metall yoki dielektrik bo'lishi mumkin. Yuqori elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan metallar eng yaxshi qaytarish xususiyatlariga ega, katta yo'qotishlarga ega bo'lgan dielektriklar esa eng yaxshi yutish xususiyatlariga ega.

4. Agar texnologik sabablarga ko'ra, nurlanish manbaini ekranlashtirishning imkoni bo'lmasa, u holda nurlanish manбайдan ishchi o'rinlari ekranlashtiriladi.

5. Nurlanish manbai va ish o'rinlarini ekranlashning iloji bo'lmasa masofadan boshqarish qo'llaniladi.

6. Signalizatsiya vositalarini qo'llashda yashil va qizil ranglardagi chiroqlardan foydalaniladi. Yashil chiroq qurilmaning ishga tayyorligini, qizil chiroq esa nurlanish ketayotganligini bildiradi.

7. Elektromagnit maydonlar intensivlik darajasi ruxsat etiladigan normalardan oshganda individual himoya vositalaridan foydalaniladi. Bunda himoya ko'zoynaklari, metallashtirilgan xalatlar yoki kombinizonlar ishlatiladi.

Ionlashgan va radiatsion nurlanishlar va ulardan himoya

Ionlashgan (radiatsion) nurlanishlar rentgen nurlanishlari, α , β , γ – nurlanishlar hisoblanadi

α , β , γ – nurlanishlar manbalari radioaktiv moddalar hisoblanadi va ular aloqa sohasida nazorat-o'lchov apparaturalarida, yong'in signalizatsiyasi sistemalarida ishlatiladi.

Rentgen nurlanishlari (o'nlab kilovolt) yuqori kuchlanishli elektrovakuum asboblari vujudga keladi. Bu yugurma to'lqin lampalari, elektron nurli trubkalardir.

Nurlanish ta'sirida organizmda moddalar almashishi buziladi, ichki sekretiya bezlari, qon-tomir organlarga zarar etadi. Natijada umumiy va mahalliy shikastlanishlar shaklida o'tkir va surunkali nurlanish kasalligi rivojlanadi.

Umumiy – leykemiya (oq qon).

Mahalliy – xatarli shishlar, teri kasalliklaridir. Ionlashgan nurlanish to'qimalarning genetik kodiga ta'sir etadi, oldini olib bo'lmaydigan o'zgarishlarni keltirib chiqaradi, keyingi avlodlarga o'tishiga olib keladi.

Insonning shikastlanish darajasi yutilgan doza, nurlanish turi, ta'sir vaqti, individual ta'sirlilikka bog'liq.

Radiatsion xavfsizlik normalari bo'yicha belgilangan dozalar o'rnatilgan:

- (A toifa) ionlashgan nurlanish manbaida bevosita ishlaydigan shaxslar uchun (doza 3 berdan oshmasligi kerak);
- (B toifa) nurlanish manbailar yaqinida ishlaydiganlar uchun (doza 0,5 berdan oshmasligi kerak);
- (V toifa) umuman butun aholi uchun (doza 0,05 berdan oshmasligi kerak).

Ber-rentgenning biologik ekvivalenti.

Qator texnik va tashkiliy tadbirlar yordamida ionlashgan va radiatsion nurlanishlar tasiridan himoyalaniish mumkin. Texnik choralar sifatida ekranlashtirish, germetizatsiyalash va masofadan boshqarish. Nurlanish manbalari oldida ekranlar o'rnatilishi nurlantirish dozalarini anchagina kamaytiradi. Ekranlarning xajmi, qalinligi va materiallari nurlanish turidan bog'liq tarzda tanlanadi. Alfa zarralaridan himoya – havo qatlami bir necha sm, kiyim-kechak, qo'rqoplar. Beta nurlanishdan – havo qatlami bir necha metr yoki alyuminiy qatlami bir necha millimetr, chunki nurlanishning bu turlari kichik kirib boruvchi xususiyatga ega. Gamma va rentgen nurlanishlar katta singish kuchiga ega, shuning uchun ekranlar uchun katta atom og'irliklardagi materiallar qo'llaniladi (qo'rg'oshin, volfram), bu materiallarda nurlanish o'ta jadal yutiladi.

Ishchi joylarida o'rnatiladigan ekranlar statsionar va ko'chma bo'lishi mumkin. Radioaktiv moddalar maxsus onteynerlarga joylashtiriladi, ularda albatta radioaktiv xavfli degan belgi bo'lishi shart.

Individual himoya vositalari – xalatlar, kombinezonlar, bosh kiyimlari, shlemlar, rezina qo'lqoplar, ko'zoynaklar, respiratorlar, maxsus havo uzatadigan pnevmo-kostyumlar. Individual himoya vositalari alfa-nurlanish ta'sirida samarali va gamma-nurlanish ta'sirida kam samara beradi. Muntazam himoya vositalari dezaktivatsiya qilinadi. Radioaktiv moddalar va ionlashgan nurlanish manbalari bilan ishlovchi shaxslar qo'shimcha imtiyozlardan foydalanadi (qisqartirilgan ish haftasi, qo'shimcha ta'til).

HULOSA

Bitiruv malakaviy ishda GSM standartining o'sish sur'ati va arxitekturasini, shuningdek boshqa raqamli standartlar bilan farqi korib chiqildi. Mobil aloqa tizimlaridagi sotalar soni va sotalardagi klasterlar sonini aniqlash usullari ham o'rganildi. O'zbekiston Respublikasining turli hududlaridagi ob-havo sharoitlari o'rganib chiqildi va shu ma'lumotlarga asoslangan holda mobil aloqa tizimlariga yog'ingarchilikning ta'siri va bu halaqitlarni oldini olishning usullari ham o'rganib chiqildi.

Bu esa bunday tizimlar ishlab chiqaruvchilar aloqa texnikasida foydalaniladigan fizik hodisalar va prinsiplarni ijobiy imkoniyatlarini amalda qo'llashni ta'minlashlari zarur bo'ladi.

ADABIYOTLAR RO'YHATI

1. M.M. Makoveyeva, Yu.S. Shinakov: "Системы связи с подвижными объектами". Oliy o'quv yurtlari uchun. - M. Radio va aloqa. 2002-yil.
2. M.A.Bixovskiy,: "Radiochastotalar spektrini boshqarish va radiotizimning elektromagnit moslashuvchanligi". O'quv qo'llanma.–M.2006-yil.
3. V.M.Vishnevskiy va b.q.:“Keng polosali, simsiz ma'lumotlarni uzatishning tarmog'i”-M. Texnosfera, 2005-yil.
4. Grigoryev V.A. va B.Q.:”Radiokirish tizimlari va tarmoqlari”.-M. 2005-yil.
5. Gromakov Yy.A.:”Harakatdagi radioaloqa tizimlari va standartlari”. Elektron kommunikatsiya texnologiyalari.-M. 1996-yil.
6. Sorokin A.S.:”Harakatdagi obyektlar bilan aloqa vositalari”. Metodik qo'llanma. 2003-yil.
7. Bixovskiy M.A., Nozdrin V.V.:”Harakatdagi aloqa tarmoqlarida radiochastota spektridan samarali foydalanishning tejamkorlik analizi”. Mobil aloqa tizimlari. № 4, 1998-yil.\
8. Babkov Yu.D.:”Mobil aloqa tizimlari”. 2000-yil.
9. Tixvinskiy V.O.:”Harakatdagi aloqa tarmog'ining uchinchi avlodi”. –M. Radio va aloqa. 2001-yil.
10. Skrinnikov V.G>, Srkinnikov O.V.:”UMTS tarmogi'ni loyihalashtirishning boshlang'ich davrida radioqoplash hududini baxolash”. Mobil tizimlar. № 2. 2001-yil.
11. “DRMASS ko'p stansiyali kirishli raqamli radioaloqali abonent tizimi”.NEC firmasi. 2006-yil.
12. Kalashnikov V.I.:“Hududiy radioreleli tizimlar koordinatsiya shartlarini aniqlash”. Uslubiy qo'llanma. 1986-yil.
13. Borodicha S.V.:“R adioreleli aloqa bo'yicha qo'llanma”.-M. Radio va aloqa. 1981-yil.
14. “Raqamli radioreleli tizimlar bo'yicha qo'llanma”. –Jeneva. HEU radioaloqa bo'limi. 1996-yil.

15. HEU tavsiyasi F.746-7. – <http://www.itu.org>.
16. HEU tavsiyasi F.746-7. – <http://www.itu.org>.
17. HEU tavsiyasi F.385-7. – <http://www.itu.org>.
18. HEU tavsiyasi F.387-9. – <http://www.itu.org>.
19. HEU tavsiyasi F.497-6. – <http://www.itu.org>.
20. HEU tavsiyasi F.636-3. – <http://www.itu.org>.
21. HEU tavsiyasi F.595-8. – <http://www.itu.org>.
22. HEU tavsiyasi F.748-4. – <http://www.itu.org>.
23. HEU tavsiyasi F.749. – <http://www.itu.org>.
24. HEU tavsiyasi F.1100. – <http://www.itu.org>.
25. Ptichnikov M.M., Korolyova L.N.: "Chet va mahalliy raqamli radioreleli tizimlarning taqqoslash analizi". Uslubiy qo'llanma. 2002-yil.