

Development of Cellular Communications: Specific Aspects of the GSM Standard

*Alimardonov Shokhrux Erkin o'g'li*¹

Annotation: Currently, the mobile terminal market is developing, and portable computers based on the technology of connecting to the global network through multifunctional smartphone devices, iPad, iPhone and USB modems are achieving a number of successes in transmitting multimedia information. This is necessary at a time when the scope of use of mobile television, mobile education (m-learning), social networks and mobile information systems is expanding day by day. The results achieved in this work provide a comparative analysis of services in different generations of mobile communications and an assessment of the advantages and disadvantages of providing services in 4G networks, which is important in predicting the further development trends of mobile communications.

Keywords: broadband wireless connection (KSU), CDMA Development Group, CDG, Global mobile Suppliers Association, GSA, LTE technology, AMPS/ D-AMPS, Frequency Division Multiple Access-FDMA, GPRS General Packet Radio Service.

Kirish

Davlatimiz rahbarining 2013 yil 27 iyunda qabul qilingan O'zbekiston Respublikasining Milliy axborot-kommunikatsiya tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risidagi qarori axborot sohasini takomillashtirishda muhim omil bo'layotir. Mazkur qarorga muvofiq, 2013-2020 yillarda O'zbekiston Respublikasida telekommunikatsiya texnologiyalari, tarmoqlari va aloqa infratuzilmasini rivojlantirish dasturi tasdiqlandi.

Davlatimiz rahbarining 2005 yil 5 sentyabrda qabul qilingan «Milliy axborot-kommunikatsiya tizimlarining kompyuter xavfsizligini ta'minlash borasidagi qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida»gi qaroriga binoan «Uzinfocom» kompyuter va axborot texnologiyalarini rivojlantirish hamda joriy etish markazi huzurida «UZ-CERT» kompyuter hodisalariga chora ko'rish xizmati tashkil qilindi. Ushbu xizmat asosida Aloqa, axborotlashtirish va telekommunikatsiya texnologiyalari davlat qo'mitasi huzurida Axborot xavfsizligini ta'minlash markazi tuzildi.

Hozirgi kun dunyo miqyosida ikkinchi avlod mobil aloqa tizimlaridan uchinchi avlod tizimlariga o'tish bilan ifodalanmoqda. Haqiqatan, tarqalishi darajasi bo'yicha 3G tarmoqlari mobil aloqaning jahon bozorida 25 foizini egallagan holda, 2G tarmoqlarni quvlab, bosqichma-bosqich etakchi pozitsiyalarga chiqib bormoqda. Mobil jihozlar yaratuvchilari global assosiasiyasining (ingl. *Global mobile Suppliers Association, GSA*) va CDMA rivojlanish guruhining (ingl. *CDMA Development Group, CDG*) hisobotlariga ko'ra, 2011 yilning 11 mayiga kelib butun dunyoda 3G tarmoqlari soni 700 dan oshib ketdi, abonentlarning soni esa 1,3 milliardga etdi 4,5. Bu jarayonda 3G texnologiyalarining funksional imkoniyatlari ham joyida turmayapti va 3,5G nomini olgan (ya'ni HSPA va HSPA+ tizimlari) yangi ishlanmalar sari rivojlanib bormokda. Ammo, bizning ko'z o'ngimizda qiziqarli bir jarayon bo'lib o'tmokda: sahnaga "4G" deb atalmish mobil aloqaning yangi avlodi (LTE texnologiyasi) chiqmoqda va jiddiy ravishda "oilada o'z o'rniga" da'vogarlik qilmoqda. Shunday qilib, qiziqarli bir holat tug'ilyapti, ya'ni, yaqin vaqtlarda 3G tarmoqlari to'liq kuch bilan rivojlanmasdan turib o'z joylarini 4G tarmoqlariga bo'shatib berishi mumkin bo'lib qolyapti. Lekin adolatli tarzda

¹ Military Institute of Information and Communication Technologies and Communications of the Ministry of Defense of the Republic of Uzbekistan
shohruhalimardonov1202@gmail.com



shuni ta'kidlash kerakki, mutaxassislar orasida boshqa fikr ham bor. Unga muvofiq 3G (aniqrog'i 3,5G va 3,75G) tarmoqlari xarakteristikalari bo'yicha 4G talablariga yaqinlashib, hali uzoq vaqt mobil aloqa bozoridagi asosiy ulushga ega bo'lishadi.

Parallel ravishda keng polosali simsiz ulanish (KSU) tizimlari o'zining kichik zonadagi stasionar tarmoqlaridan (Wi-Fi) ko'p kilometrli hududlarni qoplaydigan mobil tarmoqlariga (WiMAX) evolyusiyalanishida funksional imkoniyatlari va xarakteristikalari jihatidan 4G texnologiyalari sari rivojlanmoqdalar va bu bilan mobil aloqa tarmoqlariga yaqinlashmoqdalar. Ko'rib turganimizdek, mobil va keng polosali aloqa tizimlari va texnologiyalari ulkan rivojlanish jarayonida turibdi va inson hayot faoliyatining turli sohalariga yanada ko'proq kirib bormoqda. Bu jarayonlarni chuqur o'rganish, mobil texnologiyalar rivojlanishi masalalaridan xabardor bo'lish, ularning istiqbollari va tendensiyalarini bilish bizning mamlakatimizda ham mobil aloqa tizimlarining rivojlanishi va joriy etilishining rasional strategiyalarini aniqlash uchun juda muhimdir. Uyali aloqa tizimlarining evolyusiyasi birinchi avlod (1G) standartlari

Metodologiya

Avval aytib o'tilganidek, mobil aloqaning birinchi tijorat tarmoqlari 80- yillaraing boshlarida paydo bo'ldi. Nutqni uzatish uchun ularning barchasi analog chastotaviy modulyasiyadan foydalandi. Birinchi avlod sotali aloqa standartlariga quyidagilarni kiritish qabul qilingan (1-jadval):

- AMPS (inglizchadan Advanced Mobile Phone Service - "Takomillastirilgan mobil telefon xizmati" (800 MGs diapazonda ishlaydi, 1983 yilda ishga tushirilgan) - AQSh, Kanada, Markaziy va Janubiy Amerika, Avstraliyada keng qo'llanildi; shuningdek "Shimoliy Amerika standarti" nomi bilan mashhur. O'z davrida (1995 yil) jahondagi mobil aloqaning barcha abonentlarining 1/3 qismiga xizmat ko'rsatgan eng ko'p tarqalgan analog standart bo'lgan (D-AMPS raqamli modifikatsiya bilan birgalikda, u xaqda endi gapiramiz). Masalan, Rossiyada regional standart sifatida (asosan D-AMPS variantida) ishlatiladi, bu erda ham ko'p tarqalgan standart hisoblandi. O'zbekistonda AMPS/ D-AMPS standartlari "Uzdunrobita" va "Rubicon Wireless Communication" operatorlari tomonidan ishlatilgan.
- TACS (Total Access Communication System - "Umumiy ulanishli aloqa tizimi" (900 MGs diapazonda ishlaydi, 1985 yilda ishga tushirilgan) -Buyuk Britaniya, Italiya, Ispaniya, Avstriya, Irlandiyada foydalanilgan. AMPS Amerika standarti asosida ishlab chiqilgan. ETACS (Yevropa) va JTACS/NTACS (Yaponiya) modifikatsiyalariga ega bo'lgan. Bu standart analog standartlar orasida tarqalish bo'yicha ikkinchi o'rinda bo'lgan. 1995 yilda abonentlar bazasi bo'yicha jahonda ikkinchi o'rinni egallagan, lekin 1997 yilda tez rivojlangan raqamli standartlar tomonidan to'rtinchi o'ringa tushirib yuborilgan.
- NMT - 450 (inglizchadan Nordic Mobile Telephone - shimoliy davlatlar mobil telefoni, (450 MGs diapazonda ishlaydi, 1981 yilda ishga tushirilgan) - mobil aloqaning tarixiy birinchi standarti. Skandinaviya davlatlarida va jahonning
- boshqa ko'plab regionlarida foydalanilgan. "Skandinaviya standarti" nomi bilan mashhur bo'lgan. Jahonning analog standartlari orasida tarqalish bo'yicha uchinchi o'rinda bo'lgan. Aholi nisbatan kam zichli hududlarda, katta masofalarda aloqani ta'minlash uchun qulay bo'lgan. 1985 yilda NMT-450 baza asosida 900 MGs chastota diapazonida NMT-900 standarti ishlab chiqilgan. U tizimning funksional imkoniyatlarini kengaytirish va abonent sig'imini sezilarli oshirish imkoniyatini bergan. O'zbekistonda sotali aloqa o'rnatilishi boshlanishida NMT-900 standartida "Uzdunrobita" QK o'zining tarmog'ini qurgan.

1-jadval. Turli avlod sotali aloqa standartlari

Mobil aloqa standartlari	1G	2G	3G	Pre 4G
GSM / UMTS (3GPP) oilasi		GSM GPRS EDGE	UMTS W-CDMA (UMTS)	3GPP Rel. 8 E-UTRA



		(EGPRS) EDGE Evolution CSD HSCSD	HSPA HSDPA HSUPA HSPA+ UMTS-TDD TD-CDMA TD-SCDMA FOMA	
cdmaOne / CDMA-2000 (3GPP2) oilasi		cdmaOne	CDMA-2000 EV-DO	UMB
AMPS oilasi	AMPS TACS / ETACS	D-AMPS		
Boshqa te xnolo giyalar				
PTT MTS IMTS AMTS OLT MTD Autotel / PALM ARP	NMT Hicap CDPD Mobitex DataTAC	iDEN PDC CSD PHS WiDEN		iBurst HiperMAN WiMAX WiBro GAN (UMA)
Ko'p stansiyali ulanish uslublari	FDMA	TDMA SSMA	CDMA W-CDMA	OFDMA
Ishchi chastota diapazonlari Cellular GSM UMTS PCS SMR	170MGs, 200MGs, 400MGs, 450MGs, 800MGs, 900MGs	800MGs, 900MGs, 1800MGs, 1900MGs	800MGs, 1800MGs, 1900MGs, 2200MGs	2,4 - 2,6GGs, 3,5GGs 5,6GGs

- S-450 (450MGs diapazonda ishlaydi, 1984 yilda ishga tushirilgan) - asosan Germaniya va Portugaliyada foydalanilgan;
- RTMS 101H (inglizchadan Radio Telephone Mobile System - “Mobil radiotelefon tizimi”, 450 MGs chastotada ishlagan. 1985 yilda ishga tushirilgan)- Italiyada ishlab chiqarilgan va foydalanilgan.
- Radiocom 2000 (170 MGs, 200 MGs, 400 MGs chastotalarda ishlaydi, 1985 yilda ishga tushirilgan) - Fransiya ishlab chiqilgan va ishlatilgan.
- NTT (inglizchadan Nippon Telephone and Telegraph System - “Telefon va telegraf aloqasi Yaponiya tizimi”, 800-900 MGs dipazonlarda uchta variantda ishlaydi, 1986 yilda ishga tushirilgan) - Yaponiyada ishlatilgan.

Barcha analog standartlarda chastotaviy (ChM) yoki fazaviy (FM) modulyasiya nutqni uzatish uchun va chastotaviy manipulyasiya boshqaruv axborotlarini uzatish (yoki signalizasiya) uchun qo'llanilgan. Turli kanallarda axborot uzatish uchun turli chastota spektri oraliqlaridan foydalanildi. Turli standartlarda 12.5 kGs dan 30 kGs gacha kanal kengliklarida kanallarni ko'p stansiyali ulanishning chastota bo'yicha ajratish (inglizcha Frequency Divison Multiple Access-FDMA) usuli qo'llanildi. Analog tizimlarning asosiy kamchiligi ham aynan shu bilan bog'liq edi, ajratilgan polosada chastota bo'yicha kanallarni ajratish chastota resurslaridan samarali foydalanish imkonini bermas edi va shu bilan birga sig'imni nisbatan kichik bo'lishiga sabab bo'lar edi. . Ko'p sonli o'zaro mos bo'lmagan standartlarning mavjudligi ham jahonda sotali aloqa xizmatlarini ommaviy tarqalishiga halaqit berdi. Bu kamchiliklar 80-yillarning o'rtalaridayoq, ya'ni jahonning etakchi davlatlarida sotali aloqaning keng tarqalishi davrida namoyon bo'lib qoldi va shuning uchun ko'plab davlatlarda asosiy e'tibor mukammal texnik echimlarni qidirishga yo'naltirildi. Bu harakatlar va qidiruvlar natijasida ikkinchi avlod 2G tizimlari nomini olgan raqamli sotali tizimlar paydo bo'la boshladi. Raqamli sotali aloqa



tizimlariga o'tish raqamli texnikani keng joriy etilishi bilan ham bog'liq bo'ldi va sezilarli darajada past tezlikli kodlash uslublari ishlanmalari va signallarga raqamli ishlov berish uchun yuqori miniatyurali integral sxemalar bazasi bilan ta'minlangandi.

Bu bilan birinchi avlod tarmoqlari davri o'tib, ular o'z o'rnini yangi ikkinchi avlod tizimlariga bo'shatib berishdi. Analog tizimlarning abonentlar bazasi tez sur'atlarda qisqardi: 1997 yili 91.4 million, 1999yili 79.5 million, 2003 yili esa 54.5 million va x.k. Lekin turli standartlar uchun o'sish sur'ati turlicha kechdi. Masalan, ayrim 2G tarmoqlariga yaqin bir qancha qo'shimchalar bilan to'ldirilgan NMT-450 tarmoqlarini bugungi kunda ham uchratish mumkin, o'z o'rnida AMPS tarmoqlari qisqa vaqt ichida D-AMPS va cdmaOne standartlari bilan almashtirildi. Bunda shuni ta'kidlash lozimki, 1G tarmoqlari o'zining tarixiy missiyasini(vazifasini) bajardi, ya'ni, birinchidan, kanallarni ajratishning sotali prinsipi texnik g'oyasining to'g'riligi tasdiqlandi, ikkinchidan, bu turdagi aloqaning o'sish potensial ko'rsatildi va, nihoyat, sotali aloqa tizimlarini takomillashtirish yo'llarining asosiy yo'nalishlari aniqlab olindi.

Tahlil va natijalar

2G - ikkinchi avlod standartlari. Avval ta'kidlanganidek, raqamli sotali aloqa tizimlarining birinchi loyihalari o'tgan asrning 90-yillari boshlarida paydo bo'la boshladi. Bunday tizimlarni oldingi analog tizimlardan ikki prinsipial farqi bor edi:

- analog tizimlardagi kabi kanallarni chastota bo'yicha ajratish (FDMA) o'rniga vaqt bo'yicha (TDMA) va kodli (CDMA) kanallarni ajratish kabi spektral samarador modulyasiyalash uslublarini ishlatish imkoniyati;
- ma'lumotlarni shifrlash (maxfiylashtirish) bilan birgalikda nutq va ma'lumotlar uzatilishini integrasiyalash hisobiga foydalanuvchilarga keng xizmatlar spektrini taqdim etish imkoniyati mavjudligi.

Shunga qaramasdan , raqamli tizimlarga o'tish oson bo'lmadi. Masalan, AQSh da AMPS analog standarti o'z vaqtida juda keng tarqalgandi va uni to'g'ridan-to'g'ri raqamli tizim bilan almashtirishni amalda deyarli imkoniyati bo'lmay qoldi. Natijada bir chastota diapazonida ikki tizimni ishlashini ta'minlab beradigan ikki rejimli analog raqamli tizimni ishlab chiqish bilan bu muammo hal qilindi 10-14. Ushbu standart ustida olib borilgan ishlar 1988 yilda boshlanib, 1992 yilda tugatildi va standart D-AMPS (Digital - "raqamli" old qo'shimchasi bilan) nomini yoki IS-54 belgilanishni oldi. Standartning amaliy ishlatilishi 1993 yilda boshlandi.

Yevropada holat ko'plab bir-biriga mos bo'lmagan analog standartlarning mavjudligi tufayli yomonlashdi. Bu erda vaziyatdan chiqishning yagona yo'li umumiy Yevropa standarti GSMni (GSM-900, 900-MGs diapazon) ishlab chiqish bo'ldi. Standart ustida ishlar 1982 yili boshlandi, 1987 yilga kelib standartning barcha asosiy xarakteristikalari aniqlandi, 1988 yilda esa standartning asosiy hujjatlari qabul qilindi. GSM-900 ning amaliy qo'llanilishi 1991 yili boshlandi.

Texnik xarakteristikalari bo'yicha D-AMPS tizimiga o'xshash raqamli standartning yana bir varianti Yaponiyada 1993 yili yaratildi. Dastlab u JDC (inglizchadan Japan Digital Cellular-"Yaponiya raqamli sotali aloqa standarti), 1994 yildan boshlab esa PDC (inglizchadan Personal Digital Cellular - "Personal raqamli sotali aloqa") deb nom oldi (2.2-jadvalga qarang).

Shu bilan mobil aloqa raqamli tizimlarining rivojlanishi to'xtab qolgani yo'q. D-AMPS standarti yangi turdagi boshqarish kanallarining kiritilishi hisobiga yanada takomillashdi. Gap shundaki , IS-54 ning raqamli versiyasi analog AMPS boshqarish kanallarining tuzilmasini saqlab qoldi, bu esa o'z navbatida tizimning imkoniyatlarini cheklab qo'ydi. Yangi faqat raqamli boshqarish kanallari IS-136 versiyaga (standartning tijorat nomi TDMA) kiritildi. U 1994 yilda ishlab chiqildi va 1996 yildan boshlab ishlatila boshlandi. Bunda TDMA standartining AMPS/D- AMPS standartlari bilan moslashtirilishi saqlab qolindi, lekin boshqarish kanalining sig'imi oshirildi va tizimning funksional imkoniyatlari sezilarli darajada kengaytirildi.



GSM standarti texnik takomillashishni davom ettirib (ketma-ket kiritiladigan 1, 2 va 2+ fazalar) 1989 yilda yangi 1800 MGs chastota diapazonini o'zlashtira boshladi. GSM-1800 tizimining avvalgi GSM-900 tizimidan farqi ko'proq texnik jixatdan emas, balki texnik echimlar asosidagi marketing yutuqdan iborat edi, ya'ni, kichik o'lchamli yacheykalar (sotalar) bilan birgalikda kengroq ishchi chastotalar polosasida ishlash natijasida anchagina katta sig'imli sotali tarmoqlar qurish imkoniyati paydo bo'ldi. Nisbatan ixcham (kompakt), engil, qulay va qimmat bo'lmagan abonent terminallari bilan ommaviy mobil aloqa tizimini yaratish yangi tizimning asosiga qo'yildi. Ushbu standart (asosiy GSM-900 standartga qo'shimchalar ko'rinishda) 1990-91 yillarda Yevropada ishlab chiqildi. Tizim DSC-1800 (inglizchadan Digital Cellular System- "Raqamli mobil aloqa tizimi") nomini oldi. Dastlab 1993 yildan boshlab qo'llanilgan PCN (inglizchadan Personal Communication Network-Personal aloqa tarmog'i") nomi bilan ham yuritildi. Keyinchalik, 1996 yilda standartni GSM-1800 deb nomlash qabul qilindi.

GSM tarmoqlarining rivojlanish yo'lidagi asosiy qadam bir necha kanalli oraliqlarni (taym-slottlarni) birlashtirish hisobiga uzatish tezligini oshirishni ko'za tutadigan HSCSD (inglizchadan High Speed Circuit Switch Data - kommutatsiyalangan kanallar bo'yicha ma'lumotlarni yuqori tezlikda uzatish) sxemasining kiritilishi bo'ldi. Ikki oraliqni birlashtirish natijasida 19.2 (9.6x2) va 28.8 (14.4x2) kbit/s tezliklarga erishish mumkin bo'ldi. Bunda tarmoq tuzilmasi va apparat qismiga tegishli bo'lmagan protokollarni qo'llab-quvvatlash dasturlarida o'zgartirishlar kiritish zarur bo'ldi. Yuqoriroq tezliklar (masalan, $9.6 \times 4 = 38.4$) mobil stansiyalar apparaturalarini modernizatsiyalashtirishni talab qilardi.

AQSh da 1800 MGs diapazon boshqa foydalanuvchilar bilan band edi, lekin 1900 MGs diapazondagi chastotalar polosasini ajratib berish imkoni topildi va u Amerikada "Personal aloqa tizimlari" (inglizcha Personal Communications System - PCS) nomini oldi, "Sotali diapazon" nomi 800 MGs diapazonda qoldirildi. 1900 MGs diapazonni o'zlashtirish 1995 yilning oxirida boshlandi va bu diapazonda TDMA (IS-136) standarti ishlashi ko'zda tutilgan edi (binobarin, AMPSning bu diapazonidagi analog versiyasi bo'lmagan). GSM standartining mos versiyasi ("Amerika" GSM-1900 IS-661 standarti) 1997 yilda ishlab chiqildi.

Yaponiyada ham personal aloqa yo'nalishida burilish sodir bo'ldi, bu erda 1800 MGs diapazondagi PHS (inglizchadan Personal Handyphone System- personal qo'l telefoni tizimi") 1991-1992 yillarda ishlab chiqilgan va 1995 yildan keng foydalanila boshlandi.

Yuqorida sanab o'tilgan barcha ikkinchi avlod raqamli tizimlari kanallarni vaqt bo'yicha ajratish (TDMA) uslubiga asoslangan. Biroq 1992-1993 yillardayoq AQShda Qualcomm kompaniyasi tomonidan kanallarni kodli ajratish (CDMA) uslubi asosidagi standart ishlab chiqildi va ishlatish uchun tavsiya qilindi. Standart cdmaOne nomi va IS-95 belgilanishini oldi va dastlab 800 MGs diapazonda foydalanish uchun mo'ljallangan edi. 1995-1996 yillar davrida cdmaOne asosidagi tarmoqlar AQSh, Gonkong va Janubiy Koreyada ishlatila boshlandi. Shu bilan bir vaqtda AQShda 1900 MGs diapazon uchun bu standartning ham versiyasi ishlatila boshlandi.

2-avlod tizimlari bir-birlari bilan moslashtirilmagan edi. Jahonning uch yirik regionalarining har birida - Shimoliy Amerika, Yevropa va Osiyoda turli texnologiyalar va birinchi avlod analog tizimlaridan ikkinchi avlodga o'tishning turli yo'llaridan foydalanildi. Bundan tashqari har bir regionning ichidagi alohida davlatlar ham harakatdagi radioaloqa tizimlarini yaratish va joriy etishga turlicha yondashishdilar. Bunga qaramasdan ikkinchi avlod raqamli tizimlari oldida turgan asosiy masala, ommaviy ravishda nutqli aloqa xizmatlari bilan ta'minlash va ma'lumotlarni past tezliklikda uzatishga erishildi.

2.5G avlod mobil aloqa tizimlari.

Signallarni raqamli uzatishga o'tish natijasida, bir tomondan, radioresurslardan foydalanish samaradorligining oshishi, boshqa tomondan, ma'lumotlarni yuqori tezlikda uzatishga bog'liq ilovalarning ommaviylashishi axborotlarni uzatish usullari va mobil aloqa tizimlarining evolyusiyasiga sabab bo'ldi. O'tgan asrning 90-yillar oxirlariga kelib 3G tarmoqlarining asosiy spesifikasiyalari aniqlangan bo'lsada, turli sabablarga ko'ra real tijorat



tarmoqlarining paydo bo'lishi kechikdi. Boshqa tomondan, GSM tarmoqlari butun dunyoda shunday keng tarqalgan ediki, ularni yaqin vaqtlarda 3G tarmoqlar bilan almashtirilishi haqiqatdan yiroq edi. Bunday sharoitlarda ishlab chiqaruvchilar tomonidan GSM tarmoqlarini 3G tomonga taraqqiyotining bosqichma-bosqich o'tish (texnologiyalarni takomillashtiradigan) varianti taklif etildi. 2.5G avlod mobil aloqa tizimlari nomini olgan bunday oraliq bosqich paketli rejimda axborotlarni uzatish texnikasi bo'ldi. Ma'lumki, kanallarni kommutatsiyalash tarmoqlarida radioresurslardan samarali tarzda foydalanilmaydi. Uzatiladigan axborot uzlukli xarakterga ega bo'ladi va mos ravishda ma'lumotlarni uzatish oraliqlarida kanallar bo'sh bo'ladi. Shunga ko'ra radio tarmoqlarda

foydalaniladigan ilovalarning tahlili o'tkazildi va bu tahlil asosida GPRS nomini olgan radiotarmoq bo'yicha ma'lumotlarni paketli uzatishning yangi texnologiyasi yaratildi.

GPRS (inglizchadan General Packet Radio Service - umumiy foydalanishdagi paketli radioaloqa) - ma'lumotlarni paketli uzatishni amalga oshiradigan GSM mobil aloqa texnologiyasiga qo'shimcha tuzatma. GPRS mobil aloqa tarmog'i foydalanuvchisiga GSM tarmog'i ichida, tarmoqdan tashqarida, jumladan Internet tarmog'ida ma'lumot almashishni amalga oshirishga imkon beradi 7.

GPRS dan foydalanilganda axborot paketlarga bo'linadi va bu momentda ishlatilmayotgan tovush kanallari orqali uzatiladi. Bunday texnologiya GSM tarmog'i resurslaridan samarali foydalanishni ko'zda tutadi. Bunda aloqa operatori tovushli trafik va ma'lumotlarni uzatish orasida prioritetni o'rnatishi mumkin. Birdaniga bir necha kanallardan foydalanish ma'lumotlarning uzatishda yetarlicha yuqori tezlikni etkazib beradi. TDMA da taym-slotlarning barchasi band bo'lganda nazariy jihatdan maksimum tezlik 171,2 kbit/s ni tashkil etadi. GPRS ning ma'lumotlarni uzatish tezligi va tovush trafigi, hamda ma'lumotlarni uzatilishini birlashtirish imkoniyatlariga qarab bir-biridan farq qiladigan turli sinflari mavjud.

GPRS texnologiyasining ishlash prinsipi internet tarmog'iga o'xshash bo'lib, jo'natuvchidan yuborilgan ma'lumotlar paketlarga bo'linadi va qabul qiluvchiga jo'natiladi (turli marshrutlar orqali bo'lishi mumkin). Qabul qilishda aksincha birlashtirish amalga oshiriladi. Aloqa sessiyasi o'rnatilganda tarmoqning har bir qurilmasiga unikal adres (IP-adres) beriladi. GPRS texnologiyasi TCP/IP protokollari steklarini qo'llab-quvvatlaydi va shuning uchun uning Internet bilan integratsiyalanishi oxirgi(so'nggi) foydalanuvchi uchun "sezilarsiz" amalga oshadi.

GPRS xizmatlari ham yuqori tezlikli, ham past tezlikli ma'lumotlarni va boshqarish signallarini uzatish uchun foydalaniladi, bu bilan tarmoqlar va radioresurslardan foydalanishni optimallashtiradi.

2,75G avlod mobil aloqa tizimlari.

GSM tizimlarining ma'lumotlarni paketli uzatishda tezlikni oshirish yo'nalishidagi keyingi rivojlanishi EDGE texnologiyasining yaratilishiga olib keldi. U birinchi marta 2003 yili AQSh da taqdim etildi. Texnologiya aynan Shimoliy Amerika operatorlari tomonidan qo'llab quvvatlandi, chunki u erda kuchli raqobatchi CDMA-2000 standarti paydo bo'lgandi. O'sha yillar ko'plab operatorlar (asosan evropa operatorlari) navbatdagi yo'nalish sifatida UMTS texnologiyasini rivojlantirishni ko'rar edilar, shuning uchun dastlab EDGE ni joriy etilishini o'tkazib yuborishni yoki UMTS tarmoqlari o'rnatilmaydigan joylarda ishlatishni ma'qul ko'rishdi. Biroq UMTS ni joriy etish bo'yicha yuqori narx va ishlar hajmi (amaliyot ko'rsatganidek) ba'zi g'arbiy evropa operatorlarini YeDGEga o'z qarashlarini qayta ko'rib chiqishga majbur qildi va YeDGE orqali rivojlanish maqsadga muvofiq variant sifatida qaraladigan bo'ldi.

Adabiyotlar tahlili

YeDGE (inglizchadan Enhanced Data rates for GSM Evolution) - 2G va 2.5G(GPRS) tarmoqlari uchun (tuzatma) sifatida ishlab chiqilgan mobil aloqa raqamli texnologiyasidir. Bu texnologiya GSM va TDMA standartlarida ishlaydi va uni qo'llab-quvvatlash uchun ma'lum takomillashtirishlar va modifikatsiyalar talab qilinadi. GPRS texnologiyasiga nisbatan ma'lumotlarni uzatish tezligini 3 marttaga oshirish GMSK (inglizchada Gaussian Minimum-Shift Keying) binar manipulyatsiyadan ko'p pozitsiyali 8PSK ga (inglizcha 8 Phase Shift Keying) o'tish hisobiga erishildi (8PSK ni eltuvchi fazasining har bir o'zgarishida GPRS dagi 1 bit o'rniga 3 ta bitli so'z olinadi). Bu GSM tarmog'ida



taqdim etiladigan umumiy tezlikni sezilarli ravishda oshirishga imkon berdi. EDGE texnologiyasi paketli kommutasiya rejimida 474 kbit/sgacha tezlikda (59.2 kbit/s dan 8 ta taym-slot) ma'lumotlarni uzatishni ta'minlash bilan birgalikda HEAI tomonidan 3G tarmoqlariga qo'yilgan talablariga mos keldi. Shunga ko'ra bu texnologiya HEAI tomonidan IMT-2000 Dasturining bir qismi sifatida qabul qilindi va EDGE li tarmoqlar ham 2G ham 3G tarmoqlariga kirishi mumkin (tarmoqning o'tkazish qobiliyatiga bog'liq).

Bundan shuni ta'kidlaymizki, ma'lumotlarni uzatish tezligining bunday oshirilishi signalning halaqitbardoshligini va qabul qilgichlarning sezgiriligini yomonlashishiga olib keladi. EDGE texnologiyasining boshqa o'ziga xos xususiyati halaqitbardoshli kodlashda "oshirilgan ortiqchalik" (inglizcha Ineremental Redundansy) uslubini ishlatish hisoblanadi. Bu uslubda zararlangan paketlarni takroriy jo'natish o'rniga qabullagichda to'plangan qo'shimcha ortiqcha axborot yuboriladi. Bu zararlangan paketni to'g'ri dekodlash imkoniyatini oshiradi. GPRS dagi kabi EDGE texnologiyasida axborotlarni uzatishning tezligi va sifatiga ta'sir qiluvchi, radiokanal holatiga moslashtirilgan modulyasiya sozlagichining adaptiv algoritmi va kodlash sxemasi MCS (inglizcha Modulation and Coding Scheme) ishlatilgan.

EDGE texnologiyasi asosida ECSD (inglizcha Enhanced Circuit Switch), EHSCSD (Enhanced High Speed Circuit Data) va EGPRS (Enhanced General Pocket Radio Service) texnologiyalari ishlatilishi mumkin. Bunda ECSD texnologiyasida CSD kanal bo'yicha, EHSCSD texnologiyasida HSCSD kanal bo'yicha, EGPRS texnologiyasida esa GPRS kanali bo'yicha Internetga tezlashtirilgan ruxsat amalga oshiriladi.

Bunga o'xshash oraliq texnologiyalarni ishlab chiqish ikkinchi avlodning boshqa standartlari uchun xam paydo bo'ldi. Xususan, cdmaOne (IS-95) tarmoqlarida ma'lumotlarni uzatish tezligini oshirish uchun modulyasiyaning takomillashtirilgan uslublaridan foydalanish taqdim etildi va buning hisobiga trafikning asosiy 64 ta kanalga ortogonal bo'lgan 64 ta qo'shimcha kanal olindi.

CDMA-2000 1X (IS-2000) (1xRTT va oddiy 1x sifatida ma'lum bo'lib, inglizcha One Times Radio Transmission Technology) - kanallarni kodli ajratish CDMA texnologiyasiga asoslangan ma'lumotlarni oshirilgan tezlikda uzatishga mo'ljallangan mobil aloqa standard. Standart paketlarni kommutasiyalash yordamida uzatish prinsipi asosida ishlaydi va nazariy jixatdan ma'lumotlarni uzatishning 153 kbit/s maksimal uzatish tezligini ta'minlaydi, lekin amalda real tezlik 60-100 kbit/s ni tashkil etadi. 1xRTT tizimi lisenziyalangan radiochastota tizimidan foydalanadi va 1,25 MGs o'tkazish polosasi bilan ishlaydi. Bu texnologiya ham XEAT tomonidan IMT-2000 Dasturining bir qismi sifatida tasdiqlangan.

3G avlod standartlari

Shunday qilib, o'tgan asrning oxirida ikkinchi avlod mobil aloqa tizimlarining asosiy kamchiligi ularning past 9,6-14,4 kbit/s tezlikda ma'lumotlarni uzatishi bo'ldi. Shu sababli, yuqorida ko'rsatilganidek, TMT-2000 doirasida 3G tarmoqlarda kam harakatlanadigan abonentlar uchun 2 Mbit/s gacha va mobil abonentlar uchun 384 kbit/s gacha ma'lumot oqimi tezliklariga erishish bo'yicha ishlar olib borildi. Ma'lumki jahonda 3GRR va 3GRR-2 nomlari bilan mashhur bo'lgan uchinchi avlod standartlarini shakllantiruvchi ikkita global hamkorlik birlashmalari shakllandi. 3GRR qatnashchilari keng polosali W-CDMA (W-CDMA inglizchadan *Wideband-CDMA*) texnologiyalar uchun chastota bo'yicha (FDD) va vaqt bo'yicha (TDD) duplekslashning o'ziga xos xususiyatlarini muvofiqlashtirishga erishdilar. Bunda ular XEAI ga mos ravishda TMT-DC va TMT-TC loyihalarini taqdim etdilar. Asos qilib radiointerfeysni tashkil etish bo'yicha evropa takliflari UTRA (inglizchadan UMTS Terrestrial Radio Access- UMTS tizimga er usti ulanish radiointerfeysi) UTRA FDD va UTRA TDD qo'yildi. 3GPP-2 birlashma a'zolari D-AMPS texnologiyasini UWC-136 texnologiyasigacha va cdmaOne texnologiyasini CDMA-2000 texnologiyasigacha rivojlantirish variantining evolyusion yo'lini taklif etishdi. Bu takliflar XEAI ga TMT-SC va TMT-MC loyihalari sifatida taqdim etildi. Shunday qilib, TMT-2000 Dasturi doirasida 3G darajasida standartlarni birlashtirishga urinishlarga qaramasdan, jahonda baribir W-CDMA (UMTC, FOMA) va CDMA-2000 texnologiyalari asosidagi moslashmaydigan ikkita standartlar oilasi vujudga keldi (2.2-jadvalga qarang). Uchinchi avlod mobil



aloqasi haqida quyida atroflicha yoritiladi, shuning uchun bu erda ulaming rivojlanish jarayonini yoritish bilan cheklanamiz 15-17.

UMTS tarmoqlarning joriy etilishi mobil aloqaning rivojlanishida prinsipial yangi bosqich bo'ldi va mobil tarmoqlarda ma'lumotlarni uzatishda 2,048 Mbit/s gacha eng yuqori tezlikka erishish imkonini berdi. UMTS tizimlarining GSM/GPRS/EDGE tizimlaridan asosiy farqi 5 MGs o'tkazish polosasiga ega bo'lgan keng polosali signallardan (KPS) foydalanishi bo'ldi. UMTS texnologiyasining yana bir afzalligi signalling yuqori halaqitbardoshligi va uning ko'p nurlilik ta'siriga barqarorligi hisoblanadi. Bundan tashqari, KPS dan foydalanish kanallarni ajratishning kodli uslubini (CDMA) ishlatish imkonini beradi.

CdmaOne (IS-95) standartining rivojlanishidagi oraliq bosqich IS-95b spesifikasiya bo'ldi. U 8 tagacha mantiqiy kanallarni birlashtirishga va $14,4 \times 8 = 115,2$ kbit/s nazariy tezlikka erishishga (real tezlik 64 kbit/s ni tashkil etdi) imkon berdi. Keyingi qadam CDMA-2000 loyihasi bo'ldi, u natijada 3G tarmoqlariga qo'yilgan IMT-2000 talablariga javob berishi kerak edi. CDMA-2000 tarmog'i rivojlanishining uchta bosqichi ko'zda tutilgandi: 1x(2,75G daraja), 3x va cdma-2000DS (inglizchadan Direct Sequence - "to'g'ri ketma-ketlik"). Oxirgi variant texnik jihatdan W-CDMA ga o'xshash bo'lgan, shuning uchun uning ustida ish olib borish to'xtatilgan. CDMA-2000 standartlari oilasi 3G darajasidagi tarmoqlardan Pre4G darajadagi tarmoqlargacha bo'lgan oraliq bosqichlaridan o'tdi (va o'tmoqda). Lekin hozirgi vaqtda 3,5G; 3,75G; 3,9G avlodlari haqida gapirganda ko'pincha 3GRR (UMTS - HSPA - HSPA+ - LTE) texnologiyalarining rivojlanish bosqichlari nazarda tutiladi, shuning uchun biz quyida aynan shu texnologiyalarga to'xtalamiz, CDMA-2000 standartlari evolyusion bosqichlari haqida esa uchinchi avlod tarmoqlariga bag'ishlangan 2,4- paragrafda so'z yuritiladi.

3,5G avlod standartlari.

Ma'lumotlarni uzatish tezligini oshirish va ma'lumotlarni uzatilishining ushlanib qolishini kamaytirish maqsadlarida UMTS standartining navbatdagi rivojlanish bosqichida ko'p pozitsiyali kvadraturali amplitudaviy modulyasiyalar 16-QAM, 64-QAM variantlari qo'llanilgan HSPA (inglizcha High Speed Packet Access) texnologiyasi ishlab chiqildi. Bu texnologiyada ko'rsatilgan ushlanib qolishlarni kamaytirish maqsadida asosiy e'tibor MAC (inglizcha Media Access Control) uzatish fizik muhitiga ulanish boshqaruv protokolini modernizatsiyalashga qaratildi. HSPA texnologiyasi 3GPP loyihasi standartining 6-versiyasi spesifikasiyasi (inglizcha 3GPP- Release 6) sifatida kiritildi va odatda 3,5G avlodiga mansub deb ko'rsatiladi. O'z navbatida HSPA standarti ikkita tashkil etuvchi texnologiyalar - HSDPA va HSUPA dan iborat.

HSDPA - (inglizchadan High-Speed Downlink Packet Access - tayanch stansiyadan mobil telefonga ma'lumotlarni yuqori tezlikda paketli uzatish) - mutaxassislar tomonidan to'rtinchi avlod mobil aloqa texnologiyalariga o'tish oraliq bosqichlaridan biri sifatida qaralayotgan mobil aloqa texnologiyasi. HSDPA texnologiyada ma'lumotlarni uzatishning maksimal nazariy tezligi 14,4 Mbit/s gacha etishi mumkin, mavjud tarmoqlarda amaliy erishilgan tezlik esa 3 Mbit/s ni tashkil etdi.

HSDPA texnologiyasi kabi HSUPA (inglizcha High - Speed Uplink Packet Access mobil telefondan tayanch stansiya yo'nalishi bo'yicha ma'lumotlarni yuqori tezlikda paketli uzatish texnologiyasi) takomillashgan modulyasiyalash uslublari hisobiga oxirgi foydalanuvchining W-CDMA qurilmalaridan tayanch stansiyaga ma'lumotlar uzatilishini tezlashtirishga imkon beradigan mobil aloqa standarti hisoblanadi.

Bunda 3GRRda HSUPA texnologiyasini belgilash uchun EUL (inglizchadan Enhanced Uplink - "yuqoriga" liniyasi bo'yicha takomillashtirilgan uzatish) atamasidan foydalaniladi. HSUPA atamasi Nokia (Finlandiya) kompaniyasi tomonidan taklif etilgan.

Nazariy jihatdan HSUPA texnologiyasi "yuqoriga" yo'nalishi bo'yicha ma'lumotlarni maksimal 5,76 Mbit/s gacha tezlikda uzatishga mo'ljallangan bo'lib, bu bilan mobil qurilmadan tayanch stansiyaga ma'lumotlarning katta oqimlarini qayta ishlanishini talab qiladigan (videokonferensiya aloqasi) uchinchi avlod ilovalarini ishga tushirish imkonini berdi.



3,75 avlod standartlari

3GRR doirasida HSPA texnologiyalari xarakteristikalarini yaxshilash bo'yicha ishlar davom etdi va natijada 2007 yilning oxirida "Takomillashtirilgan HSPA" yoki HSPA+ (inglizcha Evolved High-Speed Packet Access) deb nomlangan versiya ishlab chiqildi. Bu texnologiya HSPA standartining keyingi bosqichi hisoblanadi, unga MIMO antenna texnologiyalari bilan bir qatorda murakkabroq 64QAM modulyasiya sxemalari qo'shildi. Shunga ko'ra HSPA+ tarmoqlarda nazariy jihatdan "pastga" liniyasida 56 Mbit/s gacha va "yuqoriga" liniyasida 22 Mbit/s gacha bo'lgan tezliklarga erishish mumkin bo'ldi. Texnologiya ma'lumotlarni uzatish tezligini 168 Mbit/s gacha oshirish potensialiga egaligi taxmin qilinadi. Texnologiyada bir necha eltuvchi chastotalarda (5MGs dan) bir vaqtda uzatish-qabul qilish prinsipi ham ishlatilishi mumkin va bu bir necha marta cho'qqili tezlikni oshirib berishi mumkin. Opsional (tanlash bo'yicha) HSPA+ tarmoqlari to'liq IP-arxitekturada (inglizcha all-IP - architecture) qurilishi mumkin, bu tayanch stansiyalarni IP-protokollar asosida qurilgan magistral liniyalarga to'g'ridan-to'g'ri ulash mumkin. HSPA+ texnologiyasida mobil telefonlar energiyasi tejamliroq bo'ladi, ularning "kutish rejimi" dan "faol rejimi"ga o'tish vaqti sezilarli qisqaradi.

HSPA+ texnologiyasi 3GRR loyihasi standartlarining 7 va 8 versiyalariga (relizlariga) (inglizcha 3GRR Rel. 7 & 8) kiradi.

HSPA+ texnologiyali birinchi tarmoq Avstraliyada 2008 yili Telstra kompaniyasi tomonidan Ericsson (Shvesiya) qurilmalarida ishga tushirildi. Bugungi kunda (2010-yilning iyuli) jahonning 54 ta davlatlarida 63 ta HSPA+ tarmoqlari ishlarida.

3,9 G yoki Pre 4G avlod standartlari

Wi-Fi/WiMAX ma'lumotlarni uzatish simsiz tarmoqlarida OFDM texnologiyasidan foydalanish bilan kelib chiqqan texnik bo'ron mobil aloqani ham chetlab o'tmadi. HSOPA (inglizcha High Speed OFDM Packet Access) texnologiyasini ishlab chiqish bilan boshlangan yo'l 3GRR loyihasi standartlarining 3GRR-LTE (inglizcha 3GRR Long Term Evolution) uzoq muddatli evolyusiyaga konsepsiyasiga qo'shib ketdi.

3GRR-LTE (qisqartirilgan holda LTE) - ma'lumotlarni uzatish tezliklariga bo'lgan bo'lajak talablarni qondirish uchun UMTS standarti imkoniyatlarini takomillashtiruvchi mobil aloqa texnologiyasi hisoblanadi. Bu takomillashtirishlar aloqa samaradorligini oshirish, tarmoqlarni tashkil etishdagi ushlanishlarni kamaytirish, taqdim etiladigan xizmatlar darajasini takomillashtirish va kengaytirish, shuningdek, mavjud mobil va keng polosali aloqa protokollari bilan o'zaro ta'sirni o'z ichiga oladi. Nazariy jihatdan LTE texnologiyasida ma'lumotlarni "pastga" liniyasida uzatish tezligi yoki (zakachkaga) yuklanishi (download) 326,4 Mbit/s ga, "yuqoriga" liniyasida yoki uzatishda otdachaga (upload) 172,8 Mbit/s ga etishi mumkin. Shunday qilib, LTE standartini 8- versiyadagi (3GRR Rel.8) imkoniyatlari 4G talablarigacha tortmaydi va shuning uchun so'nggi paytlarda LTE ko'pincha 3,9 G yoki Pre4G avlod mobil aloqa texnologiyalariga kiritilmoqda.

4G - to'rtinchi avlod standartlari

Oldinda bizni yangi imkoniyatlarga ega bo'lgan texnologiyalarning yangi ishlanmalari kutmoqda (NTT kompaniyasi 2009 yildayoq mobil aloqa tarmoqlarni sinashda ma'lumotlarni 5 Gbit/s uzatish tezligiga erishdi, bunda MIMO texnologiyasini 12x12 tarqatish variantidan foydalanildi, mobil stansiya 10 km/soat tezlikda harakatlandi) va hozirda o'tkazilgan tajribalar natijalari 4G texnologiyalar oldiga qo'yilgan XEAI talablariga erishish mumkinligini ko'rsatib bermoqda.

Hozirgi vaqtda XEAI tomonidan "4 G to'rtinchi avlod mobil aloqa tizimlari" tarkibi aniqlanmagan va mos ravishda ma'lum aloqa texnologiyasiga nisbatan 4G atamasini ishlatish to'g'ri emas. Lekin bunda o'zining funksional imkoniyatlari bo'yicha 4G talablarini qondiradigan texnologiyalar aniqlangan va ular ko'pincha adabiyotlarda 4G texnologiyalar sifatida talqin etiladi. Ularga LTE (o'zining LTE Advanced versiyasida), WiMAX (IEEE802.16m versiyada) va Wi-Fi (IEEE802.11s versiyada) texnologiyalari kiradi. hozirgi vaqtda ularning barchasi ishlab chiqish va xarakteristikalarini takomillashtirish bosqichlarida turibdi.



Qilingan tahlil yakuni sifatida 2.3-jadvalda mobil aloqa tizimlarining evolyusion rivojlanishining asosiy ko'rsatkichlari keltirilgan. Oldin Qualcomm (AQSh) kompaniyasi tomonidan CDMA-2000 (3GRR-2) tizimlar oilasidan 4G avlodga nomzod sifatida UMB (inglizcha Ultra Mobile Broadband) texnologiyasi taklif etildi. Lekin 2008 yilning noyabrida kompaniya UMB texnologiyalar ustida ishlar tugatilganligini va LTE texnologiyalarni rivojlantirishga o'tilganligini bildirdi.

Mobil aloqa 4G tarmoqlarining rivojlanishi

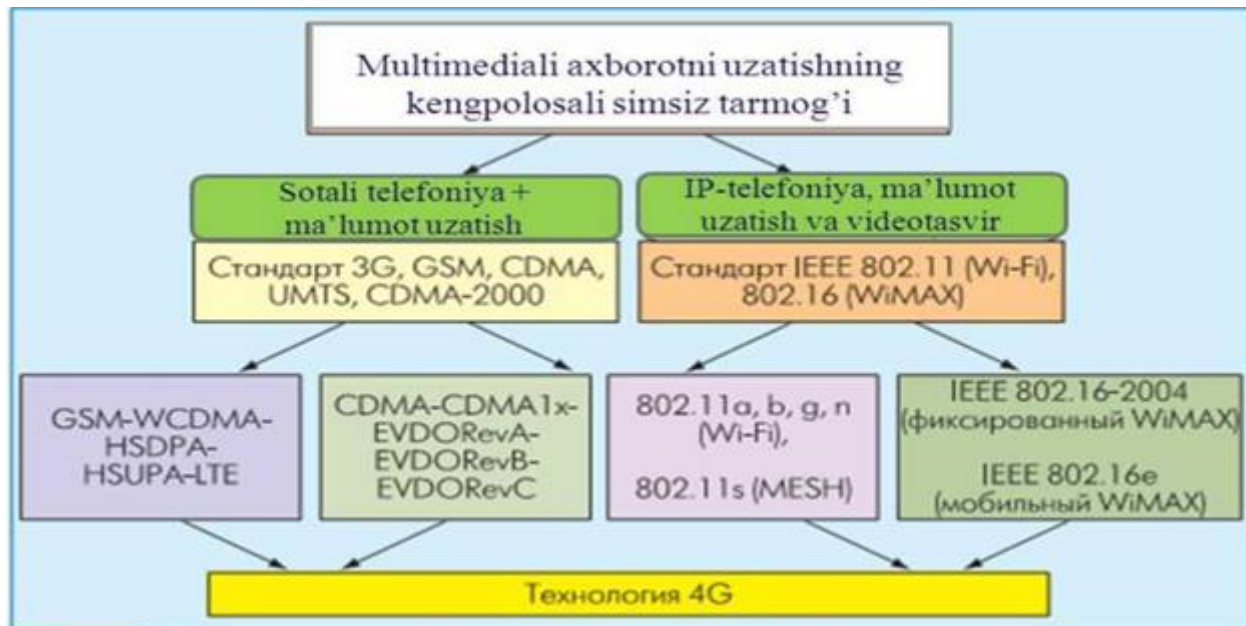
Aloqa tizimlarining zamonaviy rivojlanishini turli jarayonlar orqali ifodalash mumkin: bir tomondan, stasionar va mobil tarmoqlarning birlashishi (Internetga mobil ulanish, IP-telefoniya), boshqa tomondan, aloqa tarmoqlarining globallashtirilishi (mikrosotalardan makrosotalarga va yo'ldoshli tarmoqlarga) va nihoyat, abonent terminallarining universallashtirilishi (3G, 4G har xil tarmoqlarida ishlay oladigan ko'p tizimli, ko'p rejimli va ko'p funksiyali "aqlli telefonlar" - smartfonlar). Yagona global tarmoq infratuzilmasini yaratish g'oyasi o'zi ancha avvaldan mavjud. "IMT-2000" Dasturi doirasining o'zida simsiz ulanish, sotali va sun'iy yo'ldoshli aloqa universal tizimlarining yangi avlodini yaratish konsepsiyasi ilgari surilgan. Yagona xalqaro standartni yaratish asosiy g'oyasi yuqori funksional imkoniyatlarga ega bo'lgan va shu bilan birga qimmat bo'lmagan portativ terminallar yordamida xizmatlar taklif etish deb belgilangan edi. Ma'lumki, uchinchi avlod tizimlari darajasida bu maqsadga erishib bo'lmadi, lekin IMT-2000 doirasida bu yo'nalishda ishlar to'xtab qolmadi va standartlarni birlashtirish bo'yicha yangi g'oyalar IMT-Advanced nomini olgan to'rtinchi avlod tarmoqlarini yaratish dasturida o'z aksini topdi. 2009 yilning 7 oktyabrida 3GPP hamkorlik loyihasi IMT-Advanced dasturi tarkibiga kiritish uchun LTE-Advanced (3GPP 10-relizi) texnologiyasini rasmiy taqdim qildi. Bu taqdimot barcha 3GPP va 3GPP2 hamkorlik tashkilotlari: ARIB, ATIA, CCSA, ETSI, TTA va TTS tomonlaridan qilingan edi.

LTE-Advanced texnologiyasi spesifikasiyalarini ishlab chiqish bo'yicha ishlarni yakunlash 2010-2011 yillar davriga rejalashtirilgan.

Taklif va xulosalar

Mobil aloqa dunyosining yirik operatorlari va jihozlar ishlab chiqaruvchilar birgalikda yangi 4G texnologiyalarini va ularning real funksional imkoniyatlarini aniqlash maqsadida sinovlar o'tkazdilar. 2005 yilning o'zida Yaponiyaning yirik operatori - NTT DoCoMo, mobil aloqa yangi standarti bilan ishlashdagi yutuqlarini xabar qildi, ya'ni, simsiz kanallar bo'yicha 100Mbit/s tezlikda ma'lumotlarni uzatish bo'yicha muvaffaqiyatli tajribalar o'tkazdi. 2006 yilning ikkinchi yarmida yirik milliy va xalqaro operatorlar keyingi avlod mobil tarmoqlarini yaratish buyicha rasmiy hamkorlikni boshlashdi. "Next Generation Mobile Network Cooperation" (NGMNC) nomini olgan ishchi guruh to'rtinchi avlod mobil tarmoqlariga qo'yiladigan talablarini aniqlash uchun butun dunyoning GSM va CDMA operatorlarini birgalikda yig'di. Guruhning asosiy a'zolari Sprint Nextel (AQSh), T-Mobile (Germaniya), Vodafone (Buyuk Britaniya), KPN (Gollandiya) va Orange (Fransiya) kompaniyalari bo'ldi, ularga keyinroq NTT DoCoMo (Yaponiya) va China Mobile (Xitoy) kompaniyalari qo'shilishdi. Guruhning bosh texnologik vazifalaridan biri bu barcha 3G texnologiyalardan, xususan UMTS va EV-DO tizimlari tomonidan, 4G darajasiga asta-sekin o'tishni ta'minlash bo'ldi (1-rasm).





1-rasm. 4G tomonga turli texnologiyalarning rivojlanishi strategiyasi.

Bu jarayonda Xitoyda ishlar qanday borgani ancha qiziqarlidir. U erda 3G dan 4G ga o'tish bo'yicha tadqiqot loyihasi 2001 yildayoq ishga tushgan. 2007 yilda Shanxayning Changning tumanida bir necha oylik sinovlardan so'ng o'sha vaqtda "olamshumul" bo'lgan 100Mbit/s tezlikda ma'lumotlarni simsiz uzatishni ta'minlaydigan mobil aloqa tarmog'i dunyoda birinchi marta rasmiy ishga tushirildi (bunday tezliklar o'sha vaqtda faqat optik tolali texnologiyalarda olinardi). Shu erda aytib ketish lozimki, 4G tarmoqlarining Xitoyda keng rivojlanishi Olimpiada-2008 tufayli bo'lib o'tdi.

Yevropada ham to'rtinchi avlod mobil aloqa tarmoqlarini rivojlanish jarayoniga faol kirishishdi. Bu erda boshdanoq asosiy e'tibor LTE texnologiyasiga qaratildi, garchi WiMAX tarmoqlari joriy etilsa ham. LTE texnologiyasini rivojlantirish loyihasida yirik Yevropa operatorlaridan T-Mobile, Vodafone Group va Orange, shuningdek mobil jihozlar ishlab chiqaruvchilar Alcatel Lucent, Nokia Siemens Networks, Nortel Networks va Ericsson kompaniyalari faol qatnashdilar. LTE tizimini test ravishda ishga tushirish 2007 yilning may oyida boshlandi. LTE tarmog'ini birinchi marta tijoriy ishga tushirish esa 2009 yilning dekabrda shved-fin TeliaSonera operatori tomonidan Ericsson jihozlari asosida Stokgolm (Shvesiya) va Oslo (Norvegiya) shaharlarida amalga oshirildi. Chunonchi, bu sana "LTE erasing" boshlanishi deb hisoblanadi.

AQSh da esa Sprint-Nextel mobil aloqa operatori 3G tarmoqlaridan butunlay voz kechib, WiMAX asosida 4G tarmoqlarini yaratishga kirishib ketdi. Hozirgi kunda kompaniya tarmoqlari qariyb butun mamlakat hududini qamrab olgan va shu bois Sprint-Nextel nisbatan xotirjamlik bilan texnologiyalar nuqtai nazaridan o'z kelajagini rejalashtirishga qodir. Ya'ni, u yoki WiMAX ni rivojlantirishda davom etadi (yangi IEEE802.16m standartiga o'tgan holda), yoki LTE tomon «og'ishni» boshlaydi. Boshqa bir misol bu Verizon Wireless kompaniyasining tarmog'i. Bu operator ancha qiziq bo'lgan 700MGs diapazonida boshidan LTE texnologiyasiga asoslanib tarmoqlar yaratmoqda. Boston va Sietl shaharlarida sinov hududlaridan boshlagan kompaniya, 2013 yilga kelib AQSh ning butun hududini LTE tarmog'i bilan qoplash rejasini olg'a surmoqda.

MDH davlatlari ham bu yo'sinda ortda qolmayapti. Rossiyada, masalan, 2011 yilning apreldan boshlab «katta uchlik» (Bilayn, Megafon va MTS kompaniyalari) xamda Rostelekom kompaniyasi ishtirokida mamlakatning to'rtta regionlarida LTE tarmoqlarining sinov hududlari ishga tushirilgan. Bu erda WiMAX tarmoqlari ham 2007 yildan boshlab ishlab kelmoqda. Eng yirik operator - Yota kompaniyasi esa 2011 yilning birinchi choragi natijalariga ko'ra Moskva shahri va Moskva viloyatining bir qismi, Sankt-Peterburg shahri va Leningrad viloyatining bir qismi, Krasnodar, Sochi va Ufa shaharlari xududlarida 700 mingdan ortiq abonentga KSU xizmatlarini ko'rsatmoqda. Ammo Yotada ham LTE kabi «raqib» paydo bo'lganidan tashvishga tushib, 2010 yildan boshlab parallel



ravishda LTE tarmoqlarini ham tadbiiq qilishga kirishishgan va Kazan shahridan boshlab Rossiyaning boshqa markaziy shaharlarida ham bu texnologiyani rivojlantirishmoqda.

Ukrainada 2007 yilning IV choragida birdaniga to'rtta kompaniya WiMAX texnologiyasi asosida mamlakatning bir nechta yirik shaharlarida to'rtinchi avlod aloqa xizmatlarini taqdim etilishining boshlanishini e'lon qilgan edi. Ukrainada ham LTE tarmoqlarini joriy etish 2011 yildan boshlandi. LTE tarmoqlarini ishga tushirish bo'yicha yaqin rejalar Armaniston, Qozog'iston, Ozarbayjon va Belorussiyada ham bildirilgan.

O'zbekistonda esa 4G tomonga harakat ikkala yo'nalishda amalga oshmoqda: keng polosali simsiz ulanish tizimlari hamda mobil aloqa tizimlari dinamik ravishda rivojlanmoqda. Toshkent shahrida birinchi WiMAX tarmog'i 2007 yilda ishlay boshlagan va 2010 yilning martida uning umumiy abonentlar soni 12 ming kishidan oshib, mamlakatning 6 ta shaharlarida ulanish nuqtalariga ega bo'lgan. Birinchi LTE tarmog'i, 2010 yil 28 iyulda "MTS O'zbekiston" kompaniyasi tomonidan ishga tushirildi. USell kompaniyasi ham o'zining LTE tarmog'ini o'sha yilning 9 avgustida ishga tushirdi. Darvoqe, O'zbekiston dunyo miqyosida LTE tarmog'ini ishga tushirgan uchinchi davlat deb tan olingan.

Xulosa qilib aytishimiz mumkinli mobil aloqa 4G avlodida xizmat ko'rsati sifatini o'rganish mavzuiga yakun yasash bilan, bugungi kun nuqtai nazaridan ularni keyingi rivojlantirishning bir necha aspektlarini, an'analarini, murakkabliklarini va istiqbollarini quyidagicha xulosalash mumkin.

Biz yuqorida ta'kidlaganimizdek, LTE texnologiyalari hozirda mavjud o'z versiyalarida 4G texnologiyalar sifatida HEAI tomonidan tasdiqlanmagan. 4G texnologiyalar xarakteristikalariga talablarda aniqlanganidek, bunday tizimlar yuqori mobillikda (360 km/soat tezliklarda) 100 Mbit/sdan past bo'lmagan maksimal (pik) tezlikka va qayd etilgan rejimda deyarli 1Gbit/sdan past bo'lmagan tezlikka ega bo'lishi kerak. Yuunday talablarga WiMAX tizimining ikkinchi versiyasi (2012 yilda kutilayotgan IEEE802.16m standarti) va LTE Advanced texnologiyasi (2012 yilda kutilayotgan 3GPP 10-relizi) mos keladi.

Shu munosabat bilan bu ikki raqobatdagi texnologiyalarning bo'lajak "tinch uyg'unlashuvi" mutaxassislar doiralarida keskin tortishuvlarni tug'diradi. Va har doimgidek, u yoki bu texnologiyaning tarafdorlari va ularga qarshi turuvchilar bor, ularning kelajagiga optimistik va pessimistik taxminlar bor va muhimki, bu texnologiyalarni va umuman industriyani turli ko'zda tutilgan rivojlanish ssenariylari mavjud. Ulardan bir nechtasini aytib o'tish mumkin.

Yangi telekommunikasion texnologiyaning muvaffaqiyati uchun unumdorlik (ya'ni, o'tkazish qobiliyati, radio qamrab olish, tarmoq sig'imi, spektral samaradorlik va boshqalar), o'rinbosarlik, ixchamlik va universallik (ya'ni, oldingi texnologiyalarni qo'llab-quvvatlash, ixcham kanal kengligi, ko'p regionlar uchun ishchi chastotalarga etishlik va boshqalar) va qurilmalarning mavjudligi (bazaviy, abonent, periferiya qurilmalari) kabi tashkil etuvchilar muhim hisoblanadi.

Bu parametrlarning ko'p jihatidan LTE texnologiyasi WiMAX texnologiyasidan yaqqol ustun turadi:

- radio qamrab olish va sig'im bo'yicha hozircha LTE texnologiyasi WiMAX texnologiyasidan ilgarida;
- dunyoda 5 milliard kishidan ortiq umumiy abonentlar soni 1300 tacha sotali tarmoqlar (2010 yilning oxiriga kelib) qurilgan, u holda, dunyoda qurilgan WMAN sinfidagi SKPRE tarmoqlarining soni 1,5 milliard abonentlar soni deyarli 600 taga teng. Mavjud sotali aloqa tarmoqlari WiMAX tomonga emas LTE tomonga rivojlanishni avzal ko'radi;
- bugungi kunda LTE dan ko'ra WiMAX qurilmalariga erishish yetarlilroq bo'lsada, lekin ko'pchilik LTE nihoyada WiMAX ni bu parametrdan quvib o'tadi. LTE FDD va LTE TDD texnologiyalarning bir turliligi va yirik sotali bozorning texnik echimlaridan qayta foydalanish imkoniyati ham LTE tarmoq infratuzilmasini, ham abonent qurilmasini tez orada poydo bo'lishiga olib keladi.



Lekin shuni ta'kidlash kerakki, LTE texnologiyasi WiMAX texnologiyasidan keyin ishlab chiqilgan va mos ravishda unda WiMAX texnologiyasidagi tajriba hisobga olingan va xatoliklar tuzatilgan. Bundan tashqari, bu vaqtda mikroprosessor industriyasi oldinga qadam tashladi, signallarni yangi samarador qayta ishlash algoritmlari ishlab chiqildi, bu LTE texnologiyasini ilg'or texnologiyalarda ishlatilishiga imkon berdi. O'zining xarakteristikalarini bo'yicha 8- relizda LTE texnologiyadan o'tib ketadigan IEEE 802.16m standartining paydo bo'lishi bilan WiMAX texnologiyasi o'z pozitsiyasini (joyini) kamaytirishi kerak. Lekin, 3GPP (LTE Advanced) 10-relizining chiqishidan keyin "birinchilik palmasi" yana LTE texnologiyasi tomonida bo'ladi. Bunday holda ishlab chiqaruvchilar va operatorlarning marketing qadamlari, shuningdek, rostlovchilar pozitsiyalari (chastotaviy resurslarni ajratish, operatorlik faoliyatini lisenziyalash shartlari va boshqalar) hal qiluvchi omillar bo'lishi mumkin.

Kelajakda WiMAX va LTE texnologiyalarining qo'shilib ketishi taxmini ham bor. Clearwire (Bill Morrow) kompaniyasining bosh direktori Bill Morrou 2010 yildagi CTIA Wireless ko'rgazmasida bu g'oyani gapirib, simsiz aloqa industriyasi WiMAX va LTE texnologiyalarining ajralishiga emas, ularni qo'shilishiga yo'naltirilishi kerakligini bildirdi. Motorola kompaniyasi o'z navbatida, LTE texnologiyasining qurilmasini yaratish bilan u WiMAX texnologiyasidan ko'p narsadan foydalanilishini qo'shdi. Janob Morrouning taklifi bo'yicha kelajakda har ikkala texnologiya bitta tarmoq standartiga keltiriladi. Bunda zarurat tug'ilganda Clearwire kompaniyasi o'z WiMAX tarmoqlariga LTE texnologiyasini qo'llab-quvvatlamshini qo'shishi mumkin.

Xulosa

Lekin bugungi kunga kelib WiMAX tarmoqlari tijoriy tarqalishiga ko'ra LTE texnologiyasidan minimum bir yilga oldinda va o'zining qamrab olish geografiasini oshirishda davom etmoqda. O'zining holatida WiMAX texnologiyasiga o'tish DSL tarmoqlar va modemlardan o'tishning eng ehtimolli yo'li hisoblanadi. WiMAX texnologiyasi ma'lumotlarni uzatish tezliklarini oshirilishini ta'minlaydi, narx bo'yicha arzon qurilmalarni ta'minlaydi, shuningdek, kelajakda kattaroq tezlikli tomonga o'tishda ko'priq hisoblanadi. Yaqin kelajakda bu "kattaroq tezlikli" LTE texnologiyasi bo'ladi. Lekin buning uchun u keng ruxsat etishli bo'lishini kutish kerak bo'ladi. Hozircha esa, turli ko'zda tutishlarga (predaolajeniyam) ko'ra, kelajakda operatorlar o'zlarining 2G va 3G tarmoqlarini qo'llab-quvvatlaydi va tovushli servisni hamda asosan qabul qilinadigan qamrab olish zonasida Internetga qisqa polosali ruxsat etishni ta'minlaydi. O'z navbatida, WiMAX va LTE tarmoqlari 2G va 3G tarmoqlarga "keng polosali" qo'shimcha sifatida quriladi. Bu texnologiyalarning yaxshi sifatlarini o'zida birlashtiradigan gibrid tarmoqlar va ko'p rejimli abonent qurilmalari (masalan, EV-DO/WiMAX va HSPA/LTE) ommaviy bo'ladi.

Bunda hamma narsadan ko'ra, yakunda oxirgi foydalanuvchi yutishi xursand qiladi. Dunyo ko'z o'ngimizda o'zgarmoqda. Zamonaviy inson aqlli ravishda o'z vaqtini taqsimlamoqda va dunyoni tez o'ylashga, ishlashga, yashashga va o'z ijodiy g'oyalarini ishlatishga imkon beradigan yagona axborot muhiti sifatida qabul qilmoqda.

Bitiruv malakaviy ishning hayot faoliyati xavfsizligi qismida kompyuter xonalarida ish joyiga qo'yiladigan ergonomik talablar, elektr toki, elektromagnit nurlanishlarning organizmga ta'siri va ularda himoyalaniq, favkulotda vaziyatlar sodir bo'lish ehtimolligini oldindan bilish va baholash masalalari ko'rib chiqilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Ислом Каримов. Ватанимизнинг босқичма-босқич ва барқарор ривожланишини таъминлаш - бизнинг олий мақсадимиз. - Т.17."Ўзбекистон" 2009.-280 б.
2. O,,zbekiston Respublikasi Prezidentining "O,,zbekiston milliy teliradiokompaniyasi tizimida yuqori texnologiyali teliradiokunlardan foydalanish samaradorligini yanada oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi №PQ-1088 01.04.2009 yil
3. Evolution to LTE report. GSA материаллари. May 11, 2011. http://www.gsacom.com/gsm3g/info_papers.php4.



4. CDMA Statistics. CDG материаллари. April 21, 2011. http://www.cdg.org/resources/cdma_stats.asp
5. Невдяев Л.М. Мобильная связь 3-го поколения. - М: Связь и бизнес, 2000. С.18-19, 33.
6. 3GPP лойиуа сайти. <http://www.3gpp.org/LTE-Advanced>.
7. Вишнеvский В., Красилов А., Шахнович И. Технология сотовой связи LTE - почти 4G. Журнал «Технологии» 2, 2009.
8. APCO жамият хавфсизлиги хизматлари алокалари рахбарлари ассоциацияси 25-лойиуаси - <http://www.apco911.org.project25>
9. Стефен Ринг. Перспективы развития мобильной радиосвязи <http://www.projectmesa.org>
10. Ericsson компанияси пресс-релизи. <http://www.ericsson.com/thecompany/press/releases/2010/07/1430616>
11. История мобильной связи. Википедия материаллари. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
12. Невдяев Л.М. Мобильная связь 3-го поколения. “Связь и бизнес”, М. 2000. С 12-17.
13. Поколения мобильной телефонии. Википедия материаллари.. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
14. Fact Sheet: GSM/3G/WCDMA-HSPA, HSPA+ and LTE. GSАматериаллари. http://www.gsacom.com/gsm_3g/info_papers.php4
15. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б. Сети мобильной связи LTE: технологии и архитектура. - М.: Эко-Трендз, 2010. - 284 с.
16. Невдяев Л.М. Мобильная связь 3-го поколения. “Связь и бизнес”, М. 2000. С 27-30.
17. 3GPP материаллари. <http://www.3gpp.org/LTE>
18. Вишнеvский В., Портной С., Шахнович И.. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G. М: Техносфера, 2009. - 472с.
19. 3GPP лойихдси 33.401, 33.402 техник спецификациялари. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/33_series/33.401/
20. Абдукадыров А.Х. WiMAX- эффективное решение проблемы «Цифрового неравенства». Журнал «InfoCOM.Uz» 3, 2006.

