

621.396

621.396(525.1)

У97

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ПРЕЗИДЕНТИ
ХУЗУРИДАГИ ДАВЛАТ ВА ЖАМИЯТ ҚУРИЛИШИ
АКАДЕМИЯСИ

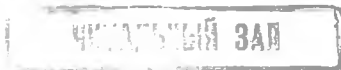
«ЎЗДУНРОБИТА»
ЎЗБЕКИСТОН-АМЕРИКА ҚЎШМА КОРХОНАСИ

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

2056 105



АКАДЕМИЯ



ТОШКЕНТ — 2000

Муаллифлар:

**Махмудов М.М., Шегай А.М., Брайн Л. Боуэн,
Снежков Ю.В., Мирзамойдинов А.К., Газиев А.Р.**

Ношир-директор:

Орифжон Муҳаммаджонов.



М У Н Д А Р И Ж А

Сўз боши.....	5
1-бўлим. Уяли технологияларнинг шархи	
1.1.Тараққиётнинг қисқача тарихи	9
1.2.Иккинчи авлод системаларининг қиёсий характеристикаси	15
1.2.1.Системалар классификацияси. Кўп сонли кириш технологияларининг умумий қиёсланиши	15
1.2.2.Handoff/handover тушунчаси	20
2-бўлим. Уяли алоқа системаларини қуриш принциплари	
2.1.Уяли системаларда частотали режалаштириш	22
2.1.1.Етти уяли структура	24
2.1.2.Тўрт уяли структура	30
2.1.3.Ўн икки уяли структура	31
2.1.4.Частоталардан такроран фойдаланмай, частотали режалаштириш. Аралаш частотали режалар	33
2.2.Уяли алоқанинг асосий стандартлари	35
2.2.1.D-AMPS/AMPS	35
2.2.2.GSM стандарти	56
2.2.3.GSM луғати	101
3-бўлим. Уяли системаларни лойиҳалашнинг айрим масалалари	
3.1. Уяли системаларда интерференция тўғрисидаги масала хусусида	118
3.1.1.Частоталардан такроран фойдаланилгандаги интерференция ...	119
3.1.2.Канал ичидаги интерференция	121
3.1.3.Қўшни каналлардан келаётган интерференция	122
3.1.4.Бошқа системалардан келаётган интерференция	122
3.1.5.Узилма (ностационар) ва мобиль интерференция	124
3.1.6.Ноуя системалардан келаётган интерференция	125
3.1.7.Турли стандартлар системалари ўртасидаги интерференция ..	128
3.1.8.Интерференциядан муҳофаза йўллари	129

3.2.	Уяли алоқа базавий станцияларини лойиҳалаштириш.....	146
3.2.1.	БСни ўрнатиш учун жойларни белгилаш	149
3.2.2.	БС амал қилиш зонасининг ҳисоб-китоби	166
3.2.3.	БС антенналарини ўрнатишда самарали баландликни ҳисоблаш	171
3.2.4.	Кўп уяли системалар	171
3.2.5.	Тадқиқотларни системалаштириш	174
3.2.6.	Канал сигимини аниқлаш	176
3.2.7.	Базавий станция сигими	177
3.2.8.	Шаҳарнинг марказий амалий районларида БСни аниқлаш	179
3.2.9.	Уяли системаларни моделлаштириш	184
3.3.	Уяли алоқанинг репитер станциялари	195
3.3.1.	Репитерлар - уяқайтаргичлар	196
3.3.2.	Уяларни кенгайтириш учун репитерлар	202
3.4.	Уяли системаларни лойиҳалаш принциплари	206
3.4.1.	Частоталардан такроран фойдаланиш ва каналлар гуруҳларининг вазифаси	208
3.4.2.	Система сигими ортаётганида лойиҳалаштириш. Уяли системанинг ўсиш жараёни	213
3.4.3.	Уяли система модели	220
3.4.4.	PCS системаси модели	221
4-булим. Уяли алоқа тараққиёти истиқболлари		
4.1.	Бозор тенденциялари ва қўлланишнинг янги соҳалари	223
4.2.	IMT-2000. Учинчи авлодга мансуб мобиль системалари оиласини яратиш концепцияси	229
4.2.1.	Мобиль системалар 3-авлодига ўтишнинг стратегиялари ...	235
4.2.2.	D-AMPS тармоқларининг эволюцияси	236
4.2.3.	GSM тармоқларининг эволюцияси	238
4.3.	Учинчи авлод системаларига ўтиш йўлларининг қисқача таҳлили	240
Хулоса	249
Атамалар ва қисқартмалар лугати	251
Адабиётлар рўйхати	261

СЎЗ БОШИ

Узбекистон мустақилликка эришгандан кейин орадан ўтган 9 йил мобайнида, республика раҳбариятининг доимий қўллаб-қувватлаши туфайли, давлатимизнинг бозор принципларига тадрижий ўтишдаги доно сиёсати шарофати билан республика иқтисодиётининг телекоммуникация шохобчаси барқ уриб ривожланди, энг замонавий технология ва хизматлар жадаллик билан жорий этилди.

Уяли алоқанинг янги стандартлари, мобиль телекоммуникацияларнинг куйи орбитадаги йўлдош системалари ва бошқа истиқболли технологиялар эндиликда мамлакатимизда тобора кенг қўламда тарқалмоқда. Гарчи ўтиш даврида иқтисодиётнинг кўпгина тармоқлари қийинчиликларга дуч келаётган ва мустақил Ўзбекистон иқтисодиёти ривожланиш мушкулотларини бошидан кечираётган бўлса-да, ўша янги технологиялар шиддат билан турмушимизга кириб келмоқда. Мамлакат иқтисодиётининг равнақи, асосан, телекоммуникацияларнинг замонавий воситалари барқарор ривожланишига боғлиқдир.

Мобиль телекоммуникация алоқа техникаси тараққиётининг нисбатан янги йўналишидир. Бундан бор-йўғи 10 йил муқаддам алоқанинг мобиль воситалари онда-сонда учрайдиган ҳол эди ва улар жуда қимматга тушадиган товар бўлган. Ушбу бозорда аънанавий радио алоқанинг қўли баланд эди, бунинг устига йўл қўйиб бўладиган частота диапазонлар сифими етарли бўлмагани учун унинг имконияти чекланган эди. Эндиликда аксарият мамлакатларда мобиль алоқа кенг қулоч ёзди. Уяли телефон бизнинг мамлакатимизда ҳам кундалик турмушда қўлланиладиган буюмга айланди. **1991 йилда** бунёд этилган «Ўздунробита» Ўзбекистон-Америка қўшма корхонаси бу йўлда катта мадад бўлди. Мазкур корхона Ўзбекистон Республикасининг Алоқа Вазирлиги ва Американинг International Communications Group Inc. (АҚШ) томонидан таъсис этилган. «Ўздунробита» қўшма корхонаси (ҚК) ўзи бунёд этилган биринчи кундан бошлабоқ мамлакатимизнинг бутун ҳудудида телекоммуникациянинг энг замонавий тури — уяли алоқанинг жами хизматларини кўрсатиш йўлини тутмоқда. Ўша кезде компания муассислари олдида куйидаги масала кўндаланг бўлган эди: хўш, иқтисодий нуқтаи-назардан, лойиҳа харажатларини қоплаш, фойдаланувчилар талабларини қондириш нуқтаи-назаридан ҳозир мавжуд уяли алоқанинг қайси стандарти энг мақбул бўлади. Айти пайтди Ўзбекистоннинг географик ўрни, рельеф хусусиятлари, ҳудудда аҳоли нечоғли зич жойлашганини ҳам ҳисобга олиш лозим эди. Пировард натижада компаниянинг умумий стратегик йўли қабул қилинди: ҳамонки, уяли алоқанинг ўхшаш стандартлари, яхши сифати билан бир қаторда, мобиль

радио алоқанинг барча асосий хизматларини тақдим этаётган, нисбатан камроқ капитал харажатлар билан кўпроқ майдонни қоплаш имкониятини бераётган экан, корхона ўз фаолиятини айнан ўхшаш стандартти, яъни NMT450 хизматларини курсатишдан бошлади. Бора-бора бозор хизматлар билан тўлиб боравергани сайин фойдаланувчининг қўшимча хизматлар сонига талаби ўсиб боришига кўра, компания уяли алоқанинг рақамли стандартларига аста-секин ўтаверади. Рақамли технологияларга аста-секин ўтиш — уяли системалар раўнақининг энг мақбул ва самарали йўлидир. Бу гап, аввало, иқтисодиёти оёққа туриб ривожланиб бораётган мамлакатларга дахлдордир.

Эндиликда «Ўздунробита» ҚҚ жаҳонда энг кўп тарқалган рақамли стандартлардан бири — D-AMPS (IS-136) буйича хизматлар курсатмоқда.

Компания ўзининг стратегик йўлини тўғри танлаб олганлиги туфайли натижалар ҳам кўнгилдагидек бўлмоқда: **1998 йилнинг** декабрь ойида Қорақалпоғистон Республикасининг пойтахти Нукус шаҳрида уяли алоқа станциясининг фойдаланишга топширилиши билан «Ўздунробита» ҚҚ республиканинг барча минтақаларида мобиль ва муқим (стационар) уяли алоқа системасини бунёд этишни ниҳоясига етказди. Бунинг шарофати билан республиканинг барча вилоятларидаги аҳолини радио алоқа хизматлари билан таъминлаш имконияти тугилди. Айни вақтда республикадаги энг муҳим халқ хўжалик объектлари, асосий транспорт узеллари ҳам шундай имкониятга эга бўлдилар. Ўзбекистонда республика миқёсида уяли радио алоқанинг умуммиллий тармоғи вужудга келди.

Эндиликда «Ўздунробита» ҚҚ деганимизда куйидагиларни тушунамиз:

- телекоммуникациялар бозорига у **8 йилдан кўпроқ** муддатдан бери муваффақиятли ишлаб келмоқда;
- Ўзбекистон Республикасининг аҳоли яшайдиган ҳудудининг **95 фоизи** уяли алоқа шахобчаси билан қопланган. Ушбу шахобча **8(!)** та коммутация станцияларидан, **40(!)** дан кўпроқ базавий станцияларидан иборатдир, репитерлар ва радио реле линияларининг кенг тармоғи вужудга келтирилган;
- бутун Ўрта Осиёда ва МДХда ягона бўлган автоматик роуминг ёрдамида «Ўздунробита» ҚҚ мижозлари уяли алоқа тармоғи доирасида ҳаракат қилиб юраверишлари мумкинки, бу бутун Ўзбекистон ҳудуди демақдир (бу 900 дан кўпроқ аҳоли яшайдиган пунктлардир, булар орасида Самарқанд, Бухоро, Андижон, Фарғона, Наманган, Урганч, Хива, Навоий, Қарши, Гулистон,

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

1

Кўқон, Термиз, Янгийўл, Чирчиқ, Жиззах, Нукус, Шаҳрисабз, Олмалиқ каби шаҳарлар ва бошқалар бор);

- жаҳонга машҳур бўлган фирмаларнинг энг янги рақамли технологияси ва замонавий тармоқ ускунаси;
- тармоқнинг жадал равнақ топаётгани хизмат зонасининг муттасил кенгайиб бораётгани, хизматлар сонининг кўпаяётгани;
- телефон алоқаси хизматларининг мукамал турлари, шу жумладан, маҳаллий, шаҳарлараро ва халқаро алоқалар;
- факсимил алоқа ва маълумотларни электрон воситаларда узатиш имконияти;
- мижозлар учун телефонларнинг шахсий рақамлари (номерлари), айти пайтда маҳаллий шаҳар телефон тармоғи билан алоқа боғланаётганида, яъни кириш ва чиқиш алоқасида қўшимча кодга эҳтиёж йўқлиги;
- бир вақтнинг ўзида жаҳондаги энг машҳур 2 стандартда ишлаш:
 - рақамли **Digital AMPS**, айти пайтда бегона тинглашидан энг яхши муҳофаза этилган TDMA технологияси ҳамда система банд бўлиб қолиши мумкин бўлган ҳолатларнинг энг кам фоизи;
 - аналогли **AMPS**, айти пайтда нутқ, факсимил хабарлар, компьютер ахборотини узатишнинг энг юксак сифати ҳамда кенг қўламдаги қўшимча хизматлар тақдим этилаётгани;
- мобиль уяли алоқа билан бир қаторда муқим стационар уяли алоқа, бу айти вақтда унча катта бўлмаган фирмалар, офислар бир оиллага мўлжалланган уйлар ва дала ҳовлилар, шунингдек, меҳмонхоналар, маъмурий бинолар ва қишлоқ туманлари учун жуда мақбул бўлади;
- маҳаллий, шаҳарлараро ва халқаро тармоқларга кириш ҳуқуқи БЭПУЛ берилиши;
- Тошкент, Бухоро ва Самарқанддаги энг нуфузли меҳмонхоналарда ижарага бериладиган офислар тармоғи.

Сўнги вақтда матбуотда ва оммавий ахборот воситаларида, уяли алоқанинг қайси стандарти (масалан, GSM стандартими ёки D-AMPS стандарти) афзалми, деган масала хусусида баҳс-мунозаралар авжга чиққани муносабати билан биз юқоридаги мулоҳазаларни айтиб ўтишни лозим топдик. Ҳозир масаланинг техник жиҳатларига батафсил тўхтамаймиз, чунки бу ҳақда кейинроқ тўхталиб ўтмоқчимиз. Аммо китобхонлар учун шуни айтишни лозим деб ҳисоблаймизки, GSM стандарти — бу Европа стандарти ва у Европа шароитлари учун ишлаб чиқилгандир. Бу қитъада аҳоли зич жойлашган, шу боисдан ҳам ишлаб чиқувчилар олдида частота ресурслари тақчил бўлгани учун базавий станция-

ларнинг сифимларини имкони бор қадар оширишдек вазифа турган эди. Бу эса Шимолий Америкадан фарқ қилади. Бу минтақани AMPS/D-AMPS стандартининг «ватани» десак арзийди. Бу ерда асосий вазифа — имкони борича кўпроқ ҳудудни қоплаш, ҳар бир базавий станциянинг ҳаракат зонасини кенгайтириш бўлган. GSM стандартида AMPS/D-AMPS стандартида қопланганидек ҳудудни қопламоқ учун базавий станциялар сонини кўпайтириш керак бўлади. Шундай қилинганда система-ларни қуриш ва ёйиш учун капитал маблағлар ортиб кетади.

Ҳозирги вақтда Ўзбекистонда мобиль алоқа шахдам қадамлар билан ривожланмоқда. Ўзбекистон мобиль телекоммуникациялар соҳасидаги технология даражасида Фарбдан орқада қолаётгани йўқ дейишимиз мумкин. Ҳозир мамлакатда уяли алоқанинг 6 та оператори бор. Уларнинг мижозлари сони неча 10 минглаб нафарга етди. Тилга олинган компанияларнинг иккитаси уяли алоқа хизматларини D-AMPS (IS-136) стандартида ва бошқа тўрттаси GSM стандартида кўрсатади. Технология ускунасини жаҳонга машҳур бўлган NORTERN TELEKOM (АҚШ, Канада), Ericsson (Швеция), Alcatel (Германия), Nokia (Финляндия) компаниялари етказиб бермоқда.

Уяли алоқанинг жаҳондаги тараққиёти тенденцияси шундан далолат бериб турибдики, бундан буён TDMA (GSM, D-AMPS) рақамли системалари тақдим этилаётган қўшимча хизматлар сонини кўпайтириш юзасидан бўладиган талабларни қондиролмайди ва айни пайтда частотали ресурслар тақчиллиги муносабати билан сифим ортиб бориши талабларига ҳам жавоб бера олмай қолади. Шундай қилиб, системаларнинг операторлари аста-секин буларни CDMA (IS-95) сингари сифими каттароқ системаларга алмаштиришга мажбур бўладилар. Халқаро ташкилотлар телекоммуникациялар бўйича сўнгги вақтда қабул қилган қарорлар аниқ равшан йўлни кўрсатиб берди.

Ушбу китобда, унинг ҳажми чеклангани учун уяли радио алоқанинг барча жиҳатларини батафсил ёритиш қийин. Шу боисдан ҳам биз уяли алоқанинг асоси ва принципларига даҳлдор мавзуларни мухта-сар ёритамиз, булар сирасига уяли каналлар антенна системалари, интерференция, модуляция характеристикалари ва сигналларни қайта ишлаш масалалари киради.

Муаллифлар ушбу китобда уяли алоқа системаларини қуришнинг асосий принципларини системалаштиришга ҳамда Ўзбекистоннинг ўзига хос минтақавий хусусиятларини ҳисобга олиб лойиҳалаштириш жиҳатларини ёритишга ҳаракат қилдилар.

Мазкур китоб ўқувчиларнинг кенг доираси — муҳандислар, илмий ходимлар, олий ўқув юр்தларининг талабалари ва коллежларнинг ўқувчиларига мўлжалланган.

1-БЎЛИМ. УЯЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРНИНГ ШАРҲИ

1.1. ТАРАҚҚИЁТНИНГ ҚИСҚАЧА ТАРИХИ

Мобиль коммуникациянинг пайдо бўлиши тарихи полициянинг кудирув иши билан боғлиқ. 1921 йилдаёқ Детройт полицияси автомобилларда мобиль телефонларидан фойдаланиб, 2 МГцга яқин частота диапазонадан фойдаланган эди. Дастлабки иккитомонлама мобиль телефон системалари тахминан 1933 йилнинг ўрталарида фойдаланишга топширилган эди. Ушанда шаҳар полициясининг Нью-Йорк департаменти 2 МГцли диапазонни ишлатган. 1934 йилда АКШнинг Алоқа Федерал Комиссияси (ФКС) 30-40 МГцли диапазонда 4-канални ишлатишга ижозат берди. 1940 йилнинг охирига келиб полиция машиналарида 10 та радио узатгичлар (передатчиклар) бор эди, буларнинг ҳаммаси амплитуда модуляциясига асосланган эди. Армстронгнинг фазали модуляция (FM)ни қўлланиш соҳасидаги тадқиқотлари мобиль коммуникациялар техникаси тараққиёти йўналишини ўзгартирди. Гарчи (FM) аввало кўнгилочар индустрияда фойдаланилган бўлса-да, кейинчалик ФКС бошқа хизматлар учун ҳам ундан фойдаланишга ижозат берди. Бунинг шарофати билан мобиль коммуникация равнақ топа бошлади. Шундай қилиб, мобиль коммуникациялар соҳасида янги даврга қадам қўйилди. FM модуляцияси сервиснинг бу типиди шу қадар муҳим эдики, олти йил мобайнида барча қабул қилувчи ва узатувчи қурилмалар FM модуляцияси ишлатилган қабул қилувчи-узатувчи қурилмаларга айлантирилди. 1946 йилда Бэлнинг телефон лабораториялари (БТЛ) тўнғич жамоат мобиль системасига асос солди. Нью-Йорк билан Бостон ўртасидаги йўлда хизмат қилувчи «автомагистрал» системалари 1947 йилда ишга тушди. Ушбу симплекс система 35-40 МГц диапазонда ишлаган эди.

Шундай қилиб, ҳаракатдаги объектлар ўртасидаги иккитомонлама радиотелефон алоқасининг дастлабки системалари бундан 50 йил илгари пайдо бўлди. Алоқа белгилаб қўйилган (фиксация қилинган) частоталарда амалга оширилган эди. Узатилаётган сигналлар эса эфирда частоталарнинг кенг полосасини эгаллаб турарди. Аньанавий радио алоқа техникаси ривожланиб боравергани сайин частота ресурслари чекланганлиги ва бундай системаларнинг ўтказиш қуввати паст бўлганлиги тўғайли муаммолар юзага келди.

Уяли системаларни бунёд этиш гоёси хизмат кўрсатилаётган ҳудудни чоғроқ зоналар (уя)ларга бўлиб ташлашга асосланган. Ҳар бир уяда қоида тариқасида битта база станцияси жойлаштирилган. Алоқани шу йўсинда ташкил этиш принципи мижозлар сонини кўпайтириш ҳамда турли уяларда бир хил частоталардан такроран фойдаланиш эвазига алоқа сифатини кўтаришга имкон беради.

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

Лекин ана шундай системалар узил-кесил амалиётга татбиқ этилмоғи учун орадан кўп йиллар ўтиб кетди. Фақат 80-йилларнинг бошларидагина жаҳондаги бир қанча мамлакатларда уяли алоқанинг йирик тижорат системалари ишга солиндики, буларда нутқни узатиш учун аналогли модуляциядан фойдаланилар эди. Биринчилар қатори NMT-450 (Nordic Mobile Telephone) системаси ўз хизматларини тақдим эта бошлади. Бу система 1981 йилда бир нечта Скандинавия мамлакатларида яратилган эди. Кўп ўтмай, 400-500 МГц частоталар диапазонида ишлайдиган бошқа системалар ҳам вужудга келди. Булар орасида C-450 (Германия), Radiocom-2000 (Франция), RTMS-101H (Италия) стандарт системалари бор эди.

800-900МГц частоталари диапазонлари жадаллик билан ўзлаштирилганида уяли алоқа янги системаларини ишлаб чиқишга қудратли омил бахш этилди. AMPS (АҚШ), NMT-900 (Скандинавия мамлакатлари), TACS ва ETACS (Англия), HCMTS, J-TACS (Япония) сингари системаларнинг пайдо бўлиши тўғрисида уяли кўчма радио алоқа системалари (ССПС) даври бошланди. Ана шу санаб ўтилган стандартлар аналог стандартларидир ва уяли алоқа системаларининг биринчи авлодига мансубдир.

Биринчи авлодга мансуб ССПС характеристикалари илгари ишлатилган икки томонлама нутқ алоқаси системаларидан анча устун эди. Худудий частотали режалаштиришнинг уяли принципи шарофати билан алоқанинг яхшироқ сифатига эришилдики, бу айни пайтда частотали диапазондан яна ҳам самаралироқ фойдаланиш шароитида рўй берди. Бундай системалар ҳозиргача ҳам ҳаракатдаги алоқа бозорида мустақкам ўрин эгаллаб турибди.

Аналог системаларини ишлатишнинг дастлабки тажрибаси шундан далолат бердики, уларда бирқанча камчиликлар ҳам бор экан: аралашларининг бўлиши эҳтимоли, ундан самарасиз фойдаланиш оқибатида частотали диапазоннинг зўриқиб ишлаши, амал қилиш зонасининг чекланганлиги ва бошқалар шулар жумласидандир. Бундан ташқари, радио тўлқинларининг шаҳардаги зич қурилган иморатлар орасида тарқалиши жуда чуқур селектив «зим-зиёлик»(сўниш) билан боғлангандирки, бунинг боиси - радио тўлқинларнинг кўпнурли тарқалишидандир. «Зим-зиёлик» оқибатида 10...20дБ-да FM приёмнигининг чиқишида «сигнал-шовқин» муносабатларининг ёмонлашувига олиб келади. Шундай қилиб, нутқни узатиш сифати нуқтаи назаридан биринчи авлод системалари талабга жавоб бермади.

80-йилларнинг охиридан бошлаб жаҳонда кўчма мижозлар сони шу қадар жадал ўсиб бордики, бу қўтиланидан ҳам зиёда бўлди. Мавжуд аналогли системаларда частоталар ресурсидан самарасиз фойдаланилаётганлиги сабабли улар бундан буён ўсиб бораётган эҳтиёж-

ларга жавоб бера олмаслиги равшан бўлиб қолди. Шу тариқа, системаларнинг янги авлодини ишлаб чиқишга зарурат туғилдики, бу янги системалар айтиб ўтилган камчиликлардан ҳоли бўлиши лозим эди.

Эндиликда иккинчи авлодга мансуб деб қабул қилинган рақамли системаларнинг дастлабки лойиҳалари 90-йилларнинг бошларида пайдо бўлган эди. Булар аналогли системалардан икки принципиал жиҳатдан фарқ қилади, яъни:

а) аналогли системаларда аъъанавий ишлатилаётган каналларни частотали бўлиш (FDMA) ўрнига вақтинчалик (TDMA) ва кодли (CDMA) каналларни бўлиш усулини қўлланиб модуляциянинг спектрал самарали методларидан фойдаланиш имконияти;

б) маълумотларни шифрлаш, яъни махфийлаштириш имконияти билан нутқлар ва маълумотларни узатишни интеграциялаш эвазига фойдаланувчиларга турли-туман хизматларни тақдим этиш.

Аммо рақамли системаларга ўтишда бирқанча қийинчиликларга дуч келинди. АҚШда AMPS аналог стандарти шу қадар кенг ёйилдики, уни рақамли стандарт билан алмаштиришнинг имконияти йўқ эди. Ниҳоят йўли топилди: икки режимли аналог рақамли системалар (AMPS/D- AMPS) ишлаб чиқилдики, бу система бир диапазоннинг ўзиде аналогли ва рақамли система ишини қўшиб олиб боришга имкон берди. Тегишли стандарт устидаги иш 1988 йилда бошланиб, 1992 йилда ниҳоясига етди. Стандартга IS-54 (IS-Interim Standart-дан қисқаритириб олинган бўлиб, «оралиқ стандарт» демакдир) деб ном берилди. IS-54 (D- AMPS) стандарти АҚШда мавжуд бўлган AMPS аналог системалари сифимини ошириш мақсадида ишлаб чиқилди ва 1989 йилда TR45.3 TIA кичик комитети томонидан маъқулланди. D- AMPS системаси пойдеворига замонавий техникавий ечимлар қўйилганки, булар AMPS системаси (канал кенглиги 30 КГц) каналнинг битта частотаси учта нутқ каналини амалга оширишга имкон беради. D-AMPS стандарти 1993 йилда амалда қўлланила бошлади.

Европада GSM (900 МГц диапазони), яъни умумевропа стандарти кенг ёйилди. Бу стандарт кўнча алоқа махсус гуруҳи - Group Special Mobile (GSM) ташаббуси билан яратилган эди. Кейинчалик стандарт номининг бошқа талқини, яъни Global System for Mobile Communications тавсия этилди. GSM стандартида ишлайдиган биринчи тижорат тармоғи Германияда 1992 йилда жорий этилган эди. GSM стандарти 1800 МГц частоталар диапазонида ишлайдиган DCS-1800 микроуяли структураси бўлган системанинг негизи бўлди.

Рақамли уяли алоқани ривожлантиришда Япония ҳам Европа ва Америкадан орқада қолмади. Бу мамлакатда ўз стандарти, яъни JDC (Japanese Digital Cellular) ишлаб чиқилди. Бу стандарт 1991 йилда тас-

дикланди. 1994 йилда стандартга - PDC (Personal Digital Cellular) деб ном берилди. Мазкур стандартнинг техникавий характеристикалари D-AMPS характеристикаларига ўхшаб кетади. PDC технологияси базасидаги системалар асосан миллий қўламда ишлатиш учун қўлланилади. Бу эса жаҳон бозорига жиддий таъсир ўтказмайди.

Уяли алоқа рақамли системаларнинг равнақи шу билан тухтаб қолгани йўқ. D-AMPS стандарти бошқарув каналларининг янги типларини жорий этиш эвазига қўшимча тарзда такомиллаштирилди. (IS-54 рақамли версияси аналогли AMPS бошқарув каналларининг структурасини сақлаб қолдики, бу эса системанинг имкониятларини чеклаб қўйди. Бошқарувнинг янги, соф рақамли каналлари IS-136 версиясида жорий этилди, ушбу версия 1994 йилда ишлаб чиқилган бўлиб, 1996 йилдан қўлланила бошлади. Аини пайтда AMPS ва IS-54нинг биргаликда ишлай олиши сақлаб қолинди.

Ўз навбатида GSM стандарти 1800 МГц янги частотали диапазонини ўзлаштиришга «киришди». Унинг GSM 900 негизли системасидан фарқи фақат техникавий жиҳатдан бўлибгина қолмай, кўпроқ маркетинг жиҳатидандир. Тегишли стандарт DCS-1800 (Digital Cellular System) номини олди.

Ахборотни узатиш ва қайта ишлашнинг рақамли принципларига ўтиш стандартлар сонини анчагина камайтиришга имкон берди. Шундай қилиб, 1995 йилга келиб, жаҳонда учта стандарт - D-AMPS, GSM ва PDC рақамли системалари ишлади.

Юқорида санаб ўтилган уяли радио алоқанинг системалари, каналларни вақтинчалик ажратиб, TDMA (Time Division Multiple Access) кўп сонли кириш методига асослангандир. Аммо, 1993 йилдаёқ, АҚШда, кўп сонли кириш методига асосланган CDMA каналларни ажратиш коди билан 800 ва 1900 МГц (Code Division Multiple Access) диапазонлари - IS-95 уяли алоқа системаси стандарти ишлаб чиқилди. CDMA технологияси базасидаги ҳаракатдаги алоқа биринчи тижорат уяли системаси Гонконгга 1995 йилнинг сентябрь ойида ишлатила бошланди. Шу вақтгача IS-95 стандарти МСЭ томонидан маъқулланди ва М.1073 МСЭ-Р Тавсияси таркибига кирди. Ҳозирги вақтда жаҳонда IS-95 стандартидаги CDMA уяли тармоқларидан 110 тадан кўпроғи қурилган бўлиб, 8 млн.дан ортиқ кишига хизмат қилмоқда. Булар ҳам белгилаб қўйилган алоқа, ҳам ҳаракатдаги алоқа соҳасида хизмат кўрсатмоқдалар. CDMA системаси, асосан, тизимдор сизим тармоғини қуриш лозим бўлиб қолганида ёки нутқ ва маълумотларни юқори сифатда узатиш талаб этилганида қўлланилмоқда. Ушбу стандарт Осиё-Тинч Океани регионидан (Гонконг, Жанубий Корея) айниқса кенг тарқалди.

Рақамли технологиялар жорий этилгандан кейин уяли системалар равнақида қўйилган навбатдаги муҳим қадам тармоқларнинг микроуяли ва пикоуяли структурасига ўтиш бўлди. Бундай тармоқлардан фойдаланиш зич қурилган шаҳар туманларида ва ёпиқ зоналарда (офислар, ер ости гаражлари ва шу кабилар) мижозларга хизмат қилиш имконини беради. Микроуяли системаларни қуриш принциплари макроуяли системалар принципларидан фарқ қилади. Буларда частотали режалаш йўқ, handover (мобиль станция мижоз терминали - бир уядан иккинчи уяга кучаётганида чақириқни бошқа каналга автоматик йўсинда ўтказиш методи) таъминланмайди, сигналнинг даражаси ўлчанмайди. 1992 йилда DECT (Digital European Cordless Telecommunications) Европа стандарти тасдиқланди.

Уяли радио алоқа системаларининг биз юқорида баён этган мухтасар ривожланиш тарихи бамисоли кўзгудагидек, Ўзбекистонда уяли мобиль ва белгилаб қўйилган радио алоқа тармоқларининг оёққа туриши ва тараққиёти босқичларини акс эттиради.

1992 йилнинг август ойидан бошлаб «Ўздунробита» ҚҚ уяли алоқаси тармоғидан тижорат йўсинида фойдаланиш бошланди. Ўшанда бу ҚҚ NMT-450 стандартида ишлар эди. 1992 йил мобайнида уяли тармоқдан фойданувчилар сони 100 кишига етди, 1993 йилнинг охирига келиб, уяли тармоқ мижозларининг сони 300 кишини ташкил этди.

1994 йилда Урганч шаҳрида компаниянинг биринчи вилоят филиали очилди. Ўша кезде МДХда биринчи бўлиб, Тошкент ва Урганч шаҳарлари ўртасида автоматик роуминг лойиҳаси амалга оширилди. Айни пайтда, компаниямизнинг мутахассислари жиддий маркетинг тадқиқотларини ўтказдилар. Шу аснода телекоммуникациялар жаҳон бозорининг тараққиёт тенденциялари, хизматларнинг ана шу турига талаб ва таклифлар ўрганилди. Ўтказилган тадқиқотларга асосланиб, 1994 йилнинг ўрталаридан бошлаб AMPS аналогли стандартида ва Digital AMPS (IS-54) рақам стандартида фаолиятни бошлаш хусусида қарор қабул қилинди. 1994 йилнинг охирига келиб, уяли тармоқдан фойдаланувчилар сони **1500** нафарга етди.

Йил мобайнида мижозларга янги AMPS/D-AMPS стандартида хизмат қилишга аста-секин ўтилди ва **1995** йилнинг ноябрь ойида бу иш якунланди. NMT-450 стандарти - уяли алоқа тармоғини ишлатиш барҳам топди. AMPS/D-AMPS стандартидан фойдаланиш тақдим этилаётган хизматлар сифатини анча яхшилади, натижада хизмат кўрсатилаётган мижозлар сони ортди. 1995 йилдаёқ, «Ўздунробита» ҚҚнинг уяли тармоғи **Самарқанд, Бухоро ва Қарши** шаҳарларида жорий этилди. «Ўздунробита» ҚҚнинг республика миқёсидаги мижозлари **3000** нафарга етди.

Тармоқнинг режа билан кенгайтирилиши туфайли 1996 йилда **Навой, Наманган, Фаргона ва Андижон** шаҳарларида компаниянинг филиалларини очиш имкониятини берди. Фойдаланувчилар сони **9000** кишига етди.

Аммо компаниянинг иш қўлами кенгайиб бораверди. **1997** йилда энг замонавий рақамли технологиялардан бири - Digital AMPS (IS-136)ни тижорат йўли билан ишлатиш бошланди. Бунинг шарофати билан алоқа сифати яхшиланиши билан бир қаторда, кўрсатилаётган хизмат турлари ҳам анча кўпайди. Мижозларимизга кўнғироқ қилаётган кишининг номерини (рақамини) аниқлаш (АОН); номерни аниқлашни таъқиқлаб қўйиш; қўшимча имкониятлари билан овоз почтаси; Sleeper режими сингари хизматлар кўрсатила бошлади. Sleeper режими батариянинг навбатчи режимдаги иш вақтини 2,5 баравардан кўпроқ оширишга имкон беради, шунингдек, илгариги стандартнинг қўшимча хизматлари (автоматик роуминг, конференц-алоқа, кўнғироқни кутиб туриш, кўнғироқни бошқа адресга ўтказиш) ҳам сақлаб қолинди. Уяли алоқанинг янги стандартини жорий этиш билан бир қаторда, «Ўздунробита» ҚҚ республиканинг барча регионларида ишни кенг қўламда давом эттираверди. **1997** йилда **Гулистон, Термез, Кўкон, Жиззах, Чирчик, ва Янгийўл** шаҳарларида компаниянинг янги филиаллари ва бўлинмалари очилди. Автоматик роуминг бу вақтга келиб Ўзбекистоннинг 380 тадан кўпроқ аҳоли пунктларини қамраб олди. **1997** йилнинг охирига келиб, «Ўздунробита» ҚҚсининг уяли алоқасидан фойдаланувчилар сони **15000 нафарга** етди. Айти пайтда **1997 йилда** уяли алоқа бозорида, кетма-кет GSM стандартлари уяли алоқа системалари ишга солинди; (компаниялар: DAEWOO Unitel, UzMaCom, Coscom, Buztel) ҳамда D-AMPS (Rubicon Wireless Communications - частоталарнинг стандарт тўридаги диапазон). Ҳозирги кунда «Ўздунробита» компанияси уяли алоқа бозорида салмоқли ўринни эгаллаб турибди, яъни Ўзбекистон Республикасидаги уяли алоқанинг 42 фоиздан кўпроғи унга тегишлидир.

1998 йилда «Ўздунробита» ҚҚнинг **Нукус ва Китоб** (Шахрисабз бўлинмаси) шаҳарларида янги бўлинмалари очилди. **1999** йилнинг бошида эса **Олмалиқ** шаҳрида янги бўлинма ташкил топди. Шундай қилиб, **1998** йилнинг охирида компаниянинг филиаллари республиканинг барча вилоят марказлари ва маъмурий марказларида ишлаб турди ҳамда «Ўздунробита» ҚҚ Ўзбекистондаги 900 ортиқ шаҳар ва аҳоли пунктларини қамраб олди. Тармоқнинг сифimini кўпайтириш мақсадида Тошкентда базавий станциялар сони икки баравар кўпайтирилди, Самарқанд, Бухоро, Қарши ва Фаргона шаҳарларида қўшимча қувватлар ишга солинди. **2000** йилнинг урталарига келиб «Ўздунробита» ҚҚ уяли алоқа мижозларининг сони **35 минг нафардан** ҳам ошиб кетди.

1.2. ИККИНЧИ АВЛОД СИСТЕМАЛАРИНИНГ
ҚИЁСИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАСИ

1.2.1. Системалар классификацияси.

Кўп сонли кириш технологияларнинг умумий қиёслиниши

Уяли кўчма радио алоқа системалари битта базавий станциянинг 0,3 км.дан то 35 км.гача радиусда амал қилиши билан хизмат кўрсатиш зонаси миқёсини таъминлайди. Уяларнинг қўлами қоплаш зонаси бирлигига тўғри келадиган мижозларнинг зичлигига ва хизмат кўрсатилаётган ҳудудда мижозларнинг тарқалиши хусусиятларига боғлиқдир. Мижозлар зич жойлашган ерларда радиуси 100 м.дан кам бўлган пикоуялар бунёд этилади. Иморатлар жуда ҳам зич қурилган ва аҳоли зич жойлашган районларда микроуялар (0,1-0,5 км) ташкил этилади. Шаҳар ва шаҳар атрофидаги зоналарни қоплаб оладиган макроуяларнинг амал қилиш радиуси 30-35 км.дан ортмайди. Уяли системалари, ҳар бир кв. км.да 10 минг Эрланг бўлган, мижозлар ниҳоятда зич жойлашган районларга хизмат кўрсата олади. Уяли системалар иккитомонлама радио алоқа хизматини кўрсатадики, бу мобиль ва муқим мижозлар манфаатларига хизмат қилади (умумий фойдаланишдаги телефон тармоқлари ISDN ва бошқалар). Спектрал самарадорликни ошириш мақсадида уяли системаларда кенг полосали TDMA ёки CDMAдан фойдаланилади.

Илгари таъкидаб ўтилганидек, уяли алоқа системаларини, бир қадар йириклаштириб, кўп сонли кириш методларини қуйидагича таснифлаш мумкин: (1.1-расмга қаранг).



1.1-расм.

Уяли кўчма радио алоқа асосий системаларининг классификацияси

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

Иккинчи авлод уяли радио алоқа системаларининг қиёсий харак-теристикаси 1.1-жадвалда баён этилган (асосий эътибор рақамли си-стемаларга қаратилган). Гарчи жадвалда қайд этилган системалар ва кўрсаткичлар етарли даражада тўла бўлмаса ҳам, ҳар қалай у ёки бу системани қуришдаги тафовуғларга баҳо бериш имкониятини беради.

1.1-жадвал. Иккинчи авлод уяли радио алоқа системаларининг қиёсий характеристикаси

Номи	Уяли системалар		
	D-AMPS	GSM	CDMA (IS-95)
Частоталар диапазони, МГц (узатиш, қабул қилиш)	824-849 869-894	890-915/1710-1785 935-960/1805-1880	824-849 869-894
Частоталар полосасининг кенглиги, МГц	25	25	25
Дуплекс разнос МГц	45	45/95	45
Каналли разнос, КГц	30	200	1250
Дуплексли каналлар сони	832	124	20
Кириш методи	TDMA	TDMA	CDMA
Каналларни дуплекслаш методи	FDD	FDD	FDD
Каналлар сони	3	8 ёки 16	55
Модуляция	n/4 DQPSK	GMSK	QPSK (БС) OQPSK (МС)
Узатиш тезлиги, Кбит/с	48,6	27,8	1288
Нутқ кодеки типи	VSELP ACELP	RPE-LTR	QCELP
Нутқ кодеки тезлиги Кбит/с	7,95	13 ёки 6,5	13 ёки 8,5
Каналли кодлаш	н/д	R=1/2, K=9	R=1/3, K=9
Кадр узунлиги, мс	40	4,6	20
"Сигнал-шовқин" муносабати	16	9	6-7
Handover	Ҳа	Ҳа	Ҳа

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

17

Иккинчи авлод системаларида янги системали ва техникавий ечимлардан фойдаланилгани хизмат кўрсатишнинг асосий кўрсаткичи бўлган «сигнал-шовқин» нисбатини яхшилаш имконини берди.

Иккинчи авлод кўчма алоқа системалари ажратилган частота диапазони доирасида ўтказиш қобилиятини ва хизмат турларини кўпайтириш борасида чекланган имкониятларга эгадирлар. Уларнинг сифimini оширмоқ учун яримтезлик каналларига ўтиш, модуляциянинг яна ҳам самаралироқ методларидан фойдаланиш, секторли антенналарни қўллаш лозим бўлади. Уяларни секторларга бўлиш, айти пайтда модуляциянинг спектрал-самарали методлардан фойдаланиш уларнинг ўтказиш қобилиятини нари борса фақат 10 мартагина оширишга имкон беради.

Системани қуриш ва алоқани ташкил этиш принциплари икки тусунчани белгилаб беради - булар кўпсонли кириш ва каналларни дуплексли бўлишдир. Кўпсонли кириш - бу базавий станция бир вақтнинг ўзида бир нечта мобиль станциялар (мижозлар терминаллари)дан сигналларни қабул қилиш ва узатиш қобилиятидир. Тақдим этилган классификациядан кўриниб турганидек, иккинчи авлод системалари учта бир-бири билан рақобат қилаётган технологиялар негизига қурилган - булар - частотали (FDMA), вақтинчалик (TDMA) ва кодли (CDMA) каналларининг бўлиниши билан кўпсонли кириш методларидир.

Энди каналларни дуплексли ажратиш ҳақида айтадиган бўлсак, бу ажратиш икки йўналишдаги ҳар бир линияда ахборот айирбошлаш имкониятини англатади. Каналларни ажратиш частота (FDD) ва вақтинчалик (TDD)дан дуплексли фарқлайди. Иккинчи авлод уяли алоқасининг аксарият мавжуд системаларида DECTдан ташқари частотали дуплексли ажратишдан ҳам фойдаланилади. TDD режимида мижозлар ўртасидаги икки томонлама алоқа битта ташувчи билан, узатиш ва қабул қилиш каналлари вақтинчалик зичлаштириб таъминланадики, бу ажратилган частоталар палосасидан фойдаланиш бобида системани чаққону, чапдаст қилади. FDDдан фарқли равишда, TDD режимида частоталарнинг жуфт диапазони талаб қилинмайди, бунинг шарофати билан уяларни қидириш осонлашади ҳамда каналларни уялар ўртасида самарали тақсимлаш мумкин бўлади. Тўғри ва тескари каналлар графиги TDD режимида симметрияли ҳам, ассимметрияли ҳам бўлиши мумкин. TDDнинг бошқа афзаллиги шундаки, бир режимли терминални амалга ошириш бир қадар осонроқки, бу дуплексернинг йўқлиги билан изоҳланади.

KUTUBXONA
TEA1

FDMA методи кўча алоқанинг аънавий аналогли система-ларида ҳам, иккинчи авлоднинг рақамли системаларида ҳам, қоида тариқасида бошқа методлар билан биргалиқда кенг қўлланилмоқда. Частотали ажратишда сўзлашув вақтида ҳар бир мижозга частоталар диапазоидан алоҳида канал (спектрнинг тор участкаси) ажратилади. Частотали ажратиш алоқани ташкил этиш нуқтаи назаридан ҳам қулай-дир. FDMAнинг асосий камчилиги бир қадар сузлик билан кўпроқ мижозларга хизмат кўрсатилаётганида ўтказиш қобилиятининг пастлиги-дир.

TDMA технологияси иккинчи авлодга мансуб аксарият система-ларда D-AMPS (IS-136), GSM, PDC, DECT ва бошқаларда қўлланилмоқ-да. Частотали ажратиш системаларидан фарқли равишда барча мижозлар битта частоталар диапазонида ишлайди. Лекин айна пайтда уларнинг ҳар бирига ўзининг вақт интервали ажратилади. Шу муддат мобайнида унга ахборотни узатишга ижозат берилади. Мижозларнинг иши кетма-кет амалга ошади, яъни иккинчи мижоз биринчи мижоз узатишни тугатганидан кейингина узатишни бошлайди. GSMда кенг-лиги 200 КГцли спектр 8 каналли интервалларга (спотларга) қирқила-ди. 30 КГц (IS-136) полосасида учта канал ташкил этилади.

Мижоз нуқтаи назаридан график зарбли (пульсланувчи) тусдадир. Мижозлар нечоғли куп бўлса, уларнинг ҳар бирига ўз маълумотларини узатиш учун имконият шу қадар кам бўлиб бораверади. Ўтказиш қоби-лиятини кўтариш учун вақтинчалик ажратиш, қоида тариқасида часто-тали ажратиш билан биргалиқда қўлланилади. QUALCOMM (АҚШ) ком-паниясининг ечими бўлган CDMA IS-95 технологияси CDMAone иккин-чи авлоди системаларида қўлланилади. IS-95 стандартига мувофиқ, система Уолш функцияларидан иборат бўлган 64 та кодли сохта тасо-дифий кетма-кетлик негизидаги спектрни бевосита кенгайтириш (DS-CDMA) методига кўра қурилган. 9,6 Кбит тезлигида шакланган сигнал, сўнгра полосада кенгайди. 1,2288 Мбит/с чипли тезлик билан узатила-ди (чипли тезлик спектрнинг кенгайиши билан (шовкинга ўхшаш сиг-нал) сигнал рамзларининг ўтиши тезлиги тарзида белгиланади, одат-да Мчип/с билан ўлчанади). Техникавий нуқтаи назардан CDMA систе-маси бир қанча хусусиятларга эгаки, шу билан у бошқа каналларни ажратишининг частотали ва вақтинчалик системаларидан фарқ қилади. Биринчи навбатда қабул қилинаётган сигналларнинг тенглик даража-сини юксак аниқлик билан ушлаб туриш, шунингдек, системали вақт шкаласининг абсолют миқдориға қадар аниқлик билан мобиль станция-лар синхронлашувини таъминлаш лозим.

Сигналлар шакли сифатининг коэффициентига қаттиқ талаблар қўйилмоқда. Бу коэффициент фойдаланилаётган сигнал билан унинг идеал модели ўртасидаги нормалаштирилган корреляция коэффициенти сифатида белгиланади. Бунинг маъноси шундаки, сигналларни қабул қилишнинг тўғрилигига ҳар турли шовқинларгина таъсир этиб қолмасдан, айти пайтда қабул қилинаётган ва таянч сигналлар шаклининг мослиги даражаси ҳам таъсир этади. IS-95 стандартига мувофиқ сигнал шаклининг сифати коэффициенти частота бўйича 300 Гц оғиш мумкин бўлганида ва ушланиб қолиш ± 1 мсдан ортиқ бўлмаганида 0,944 микдорига баробар бўлиш керак.

CDMA технологияси FDMA ва TDMAга нисбатан бир қанча афзалликларга эгадир. Чунончи, CDMA да «Янги уланиш қарор топганидан кейингина узилиш» принциpidан фойдаланилиши шарофати билан мижознинг бир қопланиш зонасидаги уядан бошқасига ўтишида сигнал ва ҳалақит берувчи омиллар даражасининг сакраб кетишига барҳам бериш мумкин. Узатилаётган ахборот барча БИТларнинг кодланиши эвазига юқорироқ сифатга эришилади. Кенг кўламдаги спектр ва махсус приёмниклардан фойдаланилиши сигналнинг зим-зиё бўлиб кетишига қарши самарали курашишга имкон беради. 80 дБ динамик диапазон эса мобиль станция узатувчиси қувватини камайтиришда яхши самара беради. Айти пайтда унинг батареялари хизмат муддатини узайтиради. Бошқа афзалликлар қаторига, шунингдек, юксак спектрал самарадорликни, қоплаш зонасининг кенгайганлигини ва юқори технологияни киритса бўлади. Аммо, ҳарқалай, CDMAнинг бош афзаллиги хизматларнинг турли-туманлигидадирки, бу радио ресурсларни бошқаришнинг чапдаст ва самарали системасини бунёд этишга имкон беради, яъни частоталар полосалари хизмати, вақт ораллиқлари (интерваллари) ва қувват даражалари аниқ-равшандир. Ўтказилган тадқиқотлар шундан далолат бериб турибдики, ресурсларни бошқаришнинг алгоритми CDMA системаларида жуда осонлик билан амалга ошади. Худди ана шу ҳолат туфайли бундай технология, учинчи авлод кўчма алоқа системаларининг аксарият лойиҳаларига негиз бўлди.

1.2-жадвалда D-AMPS (IS-136) GSM CDMA (IS-95) системаларининг қиёсий характеристикалари баён этилган.

1.2-жадвал. D-AMPS (IS-136), GSM ва CDMA (IS-95) стандартларининг қиёсий характеристикаси

Стандарт	D-AMPS		GSM		CDMA	
	Моб/.фикс	Моб.	Фикс	Моб.	Моб.	Фикс
Ишлаш турлари						
Частоталар полосасининг кенглиги, МГц	0,03	0,2	0,2	1,23	1,23	1,23
Вокодер тезлиги, Кбит	8	13	6,5	8	13	8
Ташувчига ахборот каналлари сони, КГц	3	8	16	23	12	35
Уч секторли уяларда частоталардан такроран фойдаланиш коэффициенти	7	4	4	1/3	1/3	1/3

Иккинчи ва учинчи бўлимларда техникавий масалалар, уяли алоқа стандартлари характеристикаларининг таҳлили батафсилроқ қуриб чиқилади.

1.2.2. Handoff / Handover тушунчаси

Кўчма уяли радио алоқа системаларида, мобиль станция бир уядан иккинчи уяга ўтаётганида ёки битта базавий станция ичида мобиль станция бир сектордан иккинчи секторга ўтаётганида қақирқни бошқа каналга автоматик тарзда ўтказиб юбориш методи муҳим роль ўйнайди. Мазкур метод Handoff (Америка атамаси) ёки Handover (Англия-Европа атамаси) деган ном олди. Шундай қилиб, Handoff/Handover мижоз базавий станция хизмат кўрсатадиган зонасидан чиққанида хизматига энг кам зиён етказилишига мўлжаллангандир.

Ташувчининг частотаси ўзгариши билан Handoverни фарқ қилдилар, бу ўринда гап қўшни базавий станцияга ўтказиш ҳақида бормоқда. Handover базавий станция антенналарининг турли секторлари ўртасида, яъни битта уянинг доирасида битта ташувчи частота билан амалга оширилиши мумкин.

Handoverнинг иккита асосий тури, яъни қаттиқ ва юмшоқ тури мавжуд. Қаттиқ Handoverда мижоз бир уядан иккинчи уяга кўчаётганида алоқа қисқа муддатга узилиб қолади. Канални автоматик тарзда ўтказишнинг бундай методи TDMA (D-AMPS, GSM) методи қўлланилаёт-

ган иккинчи авлод аксарият системаларида амалга оширилмоқда. Алоқа узилиб, яна тикланаётганида мижоз ўзининг телефони гўшагида «тиқиллашни» эшитади. Лекин мулоқот анчагина узокроқ муддатга узилиб қолиши ҳам мумкин, бу ҳол бир базавий станция билан алоқа узилиб, иккинчиси билан ҳали алоқа тикланмаганида содир бўлади.

Юмшоқ Handover алоқа узилмасдан содир бўлади. Бундай Handover базавий станциялар турли секторлари ўртасида уя доирасида амалга оширилади (битта ташувчи частота иши). Ҳозирги вақтда у CDMA системаларида рўйбга чиқади.

Handover процедурасини бошқариш бир неча усуллар билан ташкил этилиши мумкин. Мобиль станция қайта улашда бир нечта базавий станциялар билан бир вақтнинг ўзида боғланиб турганида бир уя доирасида макроейишдан фойдаланиш мумкин. Бу қайта улашнинг юмшоқ режими дир.

Частоталараро Handover ҳолатида, яъни мобиль станция бир уядан иккинчи уяга ўтаётганда ташувчи частота ўзгарганда алоқанинг узлуксизлиги қўшимча қабул қилувчи узатувчидан фойдаланиш билан ёки кадр иккига бўлиниб кетганида ва ахборот икки баробар қисилганида вақтинчалик ажратиш эвазига таъминланади.

Мабодо юмшоқ Handover ташкил этилаётганида узилиш содир бўлса, бу ҳолда қаттиқ Handoverнинг оддий алгоритми амалга ошади, бу эса TDMA системаларида қўлланилганига ўхшашдир.

Мазкур таҳлил шундан далолат бериб турибдики, иккинчи авлодга мансуб мавжуд системалар бир-бирига мос тушмайди. Дунёдаги энг йирик минтақаларнинг ҳар бирида - Шимолий Америка, Европада ва Осиёда турли-туман технологиялардан ҳамда биринчи авлодга мансуб аналогли системалардан кўчма уяли радио алоқанинг иккинчи авлодига ўтиш йўлларида фойдаланимоқда. Бунинг устига бир минтақанинг ўзидаги айрим мамлакатлар кўчма радио алоқа системаларини яратиш ва жорий этишда ҳар хил ёндошувлардан фойдаланишмоқдалар.

Иккинчи авлод системалари олдида турган асосий вазифа - нутқ алоқаси хизматларини ялпи тарзда таъминлаш ва маълумотларни кичикроқ тезликда узатиш эди, бу мақсадларга эришилди.

2-бўлим. УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ПРИНЦИПЛАРИ

2.1. УЯЛИ СИСТЕМАЛАРДА ЧАСТОТАЛИ РЕЖАЛАШТИРИШ

Уяли режадан мақсад — хизмат кўрсатиш ҳудудини имкон борича тежаб-тергаб қоплашдир. Айти пайтда частоталардан ортиқча фойдаланиш учун чапдастлик кўрсатишдир. Шартли тарзда, уя структураси учун олти бурчаклик ячеяка методидан фойдаланилган. Табиийки, аслида радио тўлқинларнинг тарқалиши фақат олти бурчакли структура билан чекланмайди ва кўпинча уялар бир-бирини қоплаб кетади. Уяларнинг бир-бирининг устига тушишини таҳлил этиш ва буларга баҳо бериш, баъзан лойиҳа структурасининг асосий қисми бўлади. Назарияни амалиётга яқинлаштириш мақсадида кўпинча қўшимча ишлар (тадқиқотлар) ўтказилади.

Кўпчилик томонидан эътироф этилган уяли режалар йўл қўйиб берилиши мумкин бўлган частота спектрларни 3, 4, 7 ёки 12 частотали уяга ажратиб киритишдан иборат бўлиб, буларнинг ҳар бири олти бурчакли панжарадан базавий станциялар (БС) ўрнини аниқлаш учун фойдаланади. Бундай уяли режалар частотадан ортиқча фойдаланишнинг мунтазам структурасини белгилаб беради. Бу ўринда айтиш керакки, кўпгина уяли системаларда бундай структуралардан фойдаланиш талаб этилмайди. Бундан ташқари, шундай иш системасини яратиш мумкинки, у аслида «уя» бўлмай, битта ёки иккита станциядаги анчагина каналлардан ёки икки станциядан ёхуд етарли даражада каналлари бўлмаган уяли системадан фойдаланади. Айрим лойиҳачилар қисқа муддатли мақсадларга эришмоқ учун, жумладан, лойиҳанинг қиймати арзонроқ бўлмоғи учун «уясиз» системаларни режалаштирадилар, ammo частоталардан ортиқча фойдаланиш назарда тутилаётган зоналарда бундай системалардан фойдаланиш тавсия этилмайди. Бундай технология олисдаги кичикроқ хизмат кўрсатиш зоналарига мақбул бўлади.

Кўпгина уяли системалар қўшни каналлар интерференциясига мойилдир. Шу боисдан ҳам системанинг асосий талаби имкон қадар ёндош уялардаги (масалан, Handover / Handoff қўлланилиши мумкин бўлган уяларда) қўшни каналлардан фойдаланмасликдир.

БСни танлаб олиш олти бурчакли уя режасидан фойдаланишдек, ҳаддан зиёд тазйиқ остида бўлмаслиги керак (2.1-расмга қаранг). Уяли режалаштиришни энг мақбул бўлган частотани аниқлаб олиш учун фойдаланиш зарурики, бу частота, реал вазият — қурилишлар, жойнинг рельефи — чекланганлигини ҳисобга олиб, танлаб олинган станцияда фойдаланилади. Энг кам чапдаст бўлган тўрт уяли структура бу ўринда мустаснодир.

Назарий жиҳатдан қараганда, уялар сони энг кам бўлган уя режасидан фойдаланиб мижозларнинг энг кўп зичлигига эришиш мумкин. Лекин бу станцияларнинг жойлашуви ва структурасига каттароқ талаблар қўяди. Масалан, тўрт уяли режада сектор антенналаридан фойдаланилмаётганида қўшни каналларнинг интерференцияси содир бўлишидан қутулиб бўлмайди (бу ўринда частоталардан ортиқча фойдаланиш кўзда тутилган бўлса), шу сабабга кўра, агар мабодо тўрт уяли режа пировард мақсад бўлганида ҳам системани еттига уяли режа билан бунёд этиш тўғри бўлур эди. Бу режа частоталардан ортиқча фойдаланишга мойил бўлиб, унда бир нечта айланма антенналардан фойдаланиш мумкин.



2.1-расм. Олти бурчакли панжара, бу панжарада ҳар бир уя (олти бурчак) таркибида частоталар группаси бор.

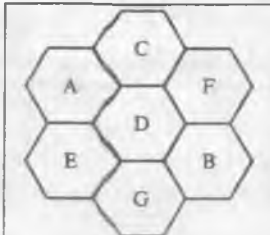
Етти уяли режада бир нечта уялар бор. Булар бир-бири билан жисман қўшни бўлибгина қолмай, қўшни каналларга ҳам эгадир.

Фақат учтагина уя учун қўшнилик муаммо туғдириши мумкин ва балки ана шу уч уяни секторларга бўлиш зарур бўлади. Кичик система-ларда ва жой рельефи ўзгарувчан бўлган зоналарда кўпинча секторларга бўлишдан қочиб мумкин. 12 уяли режа айланма уялардан фойдаланишга мўлжаллаб ишлаб чиқилган ва айни пайтда ишнинг бошланғич босқичида «қўшничилик муаммолари» бўлмаслигини назарда тутди.

Ана шу уяли режаларнинг ҳар бири олти бурчакли панжарага асослангани учун бир уяли режадан иккинчисига частоталарни тақсимлашнинг оддий реконфигурацияси йўли билан ўтиш мумкин. Ишлаб турган системада шу тахлитта иш қўриш, албатта, осон кечмайди.

2.1.1 Етти уяли структура

Жуда кенг тарқалган режада етти уядан фойдаланилади, уларни кейинчалик бўлиб 21 уяли (секторли) режа қилиб шакллантириш мумкин. 2.2-расмда умум томонидан қабул қилинган етти уяли структура кўрсатилган. Ушбу расмда кўриниб турганидек, қўшни каналларни бўлишга уринишга қарамай, D, C ва D, E ҳар қалай қўшнидирлар.



2.2-расм
Уяларда
частоталарнинг
тақсимланиши.

Аниқ частотали режалаштириш бундан бўёнги кенгайтириш қиймати анча тушириши мумкин. Масалан, D, C ва D, E қўшни каналларининг жуфтлари уларни бўлиб юбориш учун пировард натижада, эҳтимолки ушбу станцияларнинг секторларига бўлинишини талаб қиладилар. Аммо чоғроқ системалар учун дастлабки босқичларда секторлаштиришдан воз кечиш мумкин. Бунинг шarti бор: паст частоталар D уясига бириктириб қўйилади. Юқори частоталар эса C ва E уяларига (ёки аксинча) бириктириб қўйилади, бу станциялар айланма станциялар тарзида монтаж қилиниши мумкин. Шундай қилиб, агар ҳар бир уя еттиадан каналга эга бўлса, у ҳолда улар

2.1-жадвалда кўрсатилганидек тақсимланиши мумкин булар эди. Бундай частотали режалаштириш энг кўп канал сифимининг 50 фоиздан камроғидан фойдаланаётган базавий станциялар учун ишлайди ва у қимматга тушадиган секторлаштиришдек заруратни бир неча йил орқага суриши мумкин.

УЯЛАР	D1	C1	E1
Каналлар	4	192	194
	25	213	215
	46	234	236
	67	255	257
	88	276	278
	109	297	299
	130		
Назорат канали	316	315	317

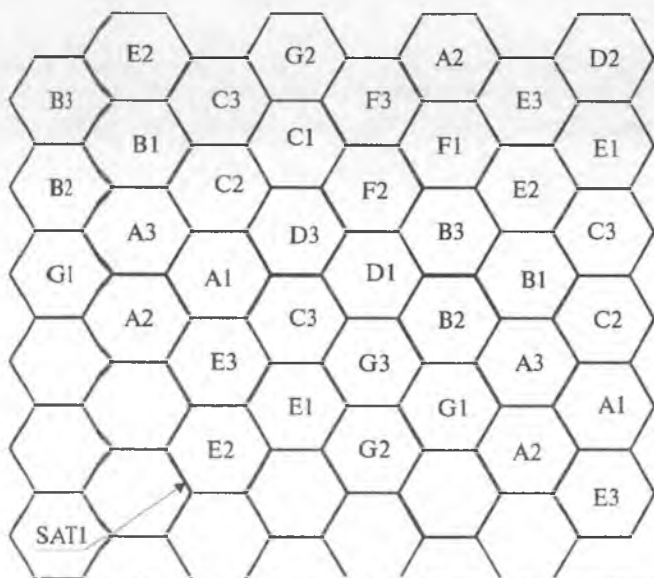
2.1-жадвал. Каналларни тақсимлаш.

2.1-жадвалдан кўриниб турганидек, каналларнинг паст номерлари D уясига ва каналларнинг юқори номерлари C ва E уяларига мўлжаллангандир, бу эса кичик системалар учун қўшничилик муаммоси пайдо бўлиши пайини қирқади.

Баъзи БСларни шундай дастурлаш мумкинки, бу ҳолда имконияти бўлган каналлардан фойдаланиш учун жуфт ёки тоқ номерни устувор танлаб олиш мумкин. Бу эса ўз навбатида қўшничилик муаммосини камайтиради. Ана шу икки технология, яъни уяни ажратиш ва жуфт ёки тоқ каналлардан фойдаланишни бирлаштириш мумкин.

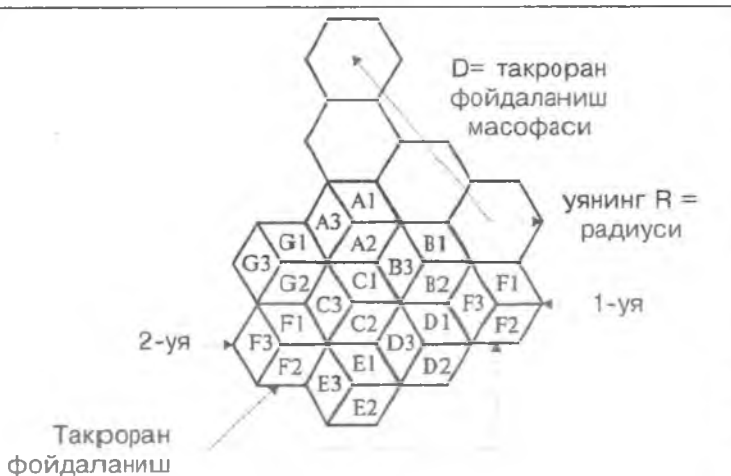
Секторлаштириш каналлар гуруҳини бўлимларга бўлади ҳамда қўшни каналлар интерференциясидан энг ёмон таъсирнинг олдини олади. 2.2- ва 2.3-жадвалларда каналларни гуруҳларга бўлиш кўрсатилган. 2.3-расмдан кўриниб турганидек, БС секторларга бўлиниши биланоқ, антенналарнинг турли типларидан фойдаланиб, қўшничилик муаммосини камайтириш имконияти яратилади.

Секторлашни уя чегарасида (2.3-расм), ёки унинг марказида (2.4-расм) бажариладиган тарзда яққол кўрсатиш мумкин. 2.5-расмда D сайтига асосланган уяларни майдалаштириш кўрсатилган. Бу ҳолда марказий уя сифатида D уяси ўрнатилади. Модулнинг бошқа уялари эса, соат милига қарама-қарши тарзда 120 градусга бурилади. Янги станцияларда шундай томонлар борки, улар ўлчови дастлабки томонлар ярмига тенгдир.



2.3-расм. Секторланган уяли станцияларни режаси
(уяларнинг четлари бўйлаб секторланган).

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ



2.4-расм. Етти уяли структура (уянинг марказидан секторларга бўлинган).



2.5-расм. Уяларни майдалаштириш жараёнида уларни координациялаш соат милага қарши 120 градусга буриш деб қаралиши мумкин.

Назорат қиладиган Аудио Тонлар (SAT) кодлари

AMPS/D-AMPS системаси SAT (Аудио Тонларни назорат қилувчи) кодларга (6КГц, частоталарнинг тонлари 5910, 6000 ва 6030)эга, булар овоз каналарида узатилади. Бу тонлар локал уяли трафикни қўшни интерференцияланувчи трафикдан фарқ қилиш учун қўлланилади. SAT базавий станцияда генерацияланади ва орқага қайтади.

SAT кодлар жуда осон тақсимланади, бу ўринда қўшни уяли кластерларда турли SATлар бор деган қоидага амал қилинади. SATнинг уч тури бор, булар SAT 0,1 ва 2 SAT лар. 2.6-расмда кўриниб турганидек, ҳар бир кластер фақатгина икки бошқа уяни кесиб ўтади.

2.6-расмда кўрсатилганидек, узۇқ чизиқ билан белгиланган уялар бирлаштирилганида, коднинг фақат иккитагина SATи ўрнатилганида ҳамда бошқа барча қўшни уялар турлича SATларга эга бўлиши шарти бажарилганда — худди шундай бўлганида барча бошқа SATларни тақсимлашга имкон туғилади.



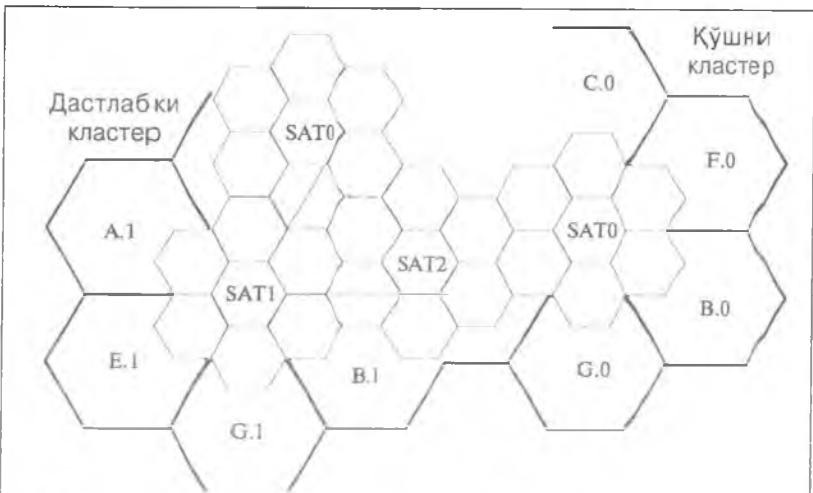
2.6-расм. SAT-кодлар шундай жойлаштирилганки, ҳар қандай учта уяларнинг қўшни гуруҳлари турличадир.

Уялар ажратилгандан кейинги SAT-кодлар

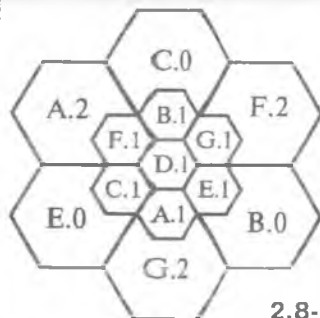
Майдаланган уялар учун SAT-кодларни тақсимлаш ҳам анча осондир. 2.7-расмда кўриниб турганидек, уяларни бўлиш марказий уя атрофида кечади. Янги уяга эски уянинг SATи тайинланади. Хўш, бу ҳолда эски уя SATи нима бўлади? Бу саволга жавоб бериш учун қўшни

кластернинг марказий уяси бўлинишини кўриб чиқишимиз керак. Агар иккита дастлабки кластерлар марказида янги кластерлар уларнинг эски SAT кодларини сақлаб қолсалар, бу ҳолда улар орасидаги янги кластер учинчи SAT код тайин этилиши керак.

2.8-расмда эски уялар SAT кодлари ўрнини ажратилган уя марказида SAT код эгаллаши натижасида олинган янги SAT кодлар кўрсатилган.



2.7-расм. Икки қўшни кластерлар уяларининг майдаланиши.



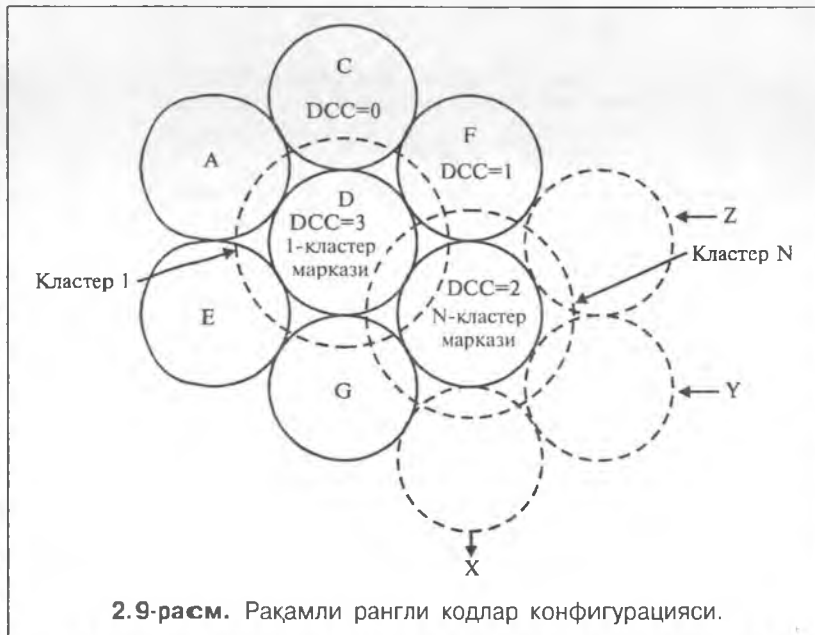
2.8-расм. Эски уялар учун янги SAT-кодлар.

Рақамли рангли кодлар

Рақамли рангли кодлар (DCC) — SATга ўхшашдир, фарқи шуки DCC назорат каналлари учун қўлланилади. Тўртта DCC кодлари бор: 0, 1, 2 ва 3. 2.9-расмда кўрсатилганидек, қўшни уяли кластерларда учгача коднинг тасодифан жойлашуви бошқа барчаларининг структурасини белгилайди.

Ҳар бир уя етти уяли кластернинг маркази сифатида яққол кўрсатилиши мумкин, яъни бу уя бошқа олтита уя билан ўралгандир. Агар D уяси уяли кластернинг маркази (1-кластер) ҳамда DCC кодлари тасодифан тақсимланган бўлса, у ҳолда $D=3$, $C=0$, $F=1$ ва $B=2$. D уяси атрофидаги структурани такрорлаб, қуйидагини қайд этишимиз мумкин: $A=2$, $E=1$ ва $G=0$.

Энди бу метод барча бошқа уялар учун қўлланилиши мумкин. Агар B уяси етти уяли кластер (N кластер) маркази сифатида қаралса ва худди ўша структура қўлланилса, у ҳолда X, Y, Z уялари учун юмуш тайин этилиши мумкин. Бу ҳол барча DCCлар тақсимлангунича давом этади ($X=1$, $Y=3$ ва $Z=0$).

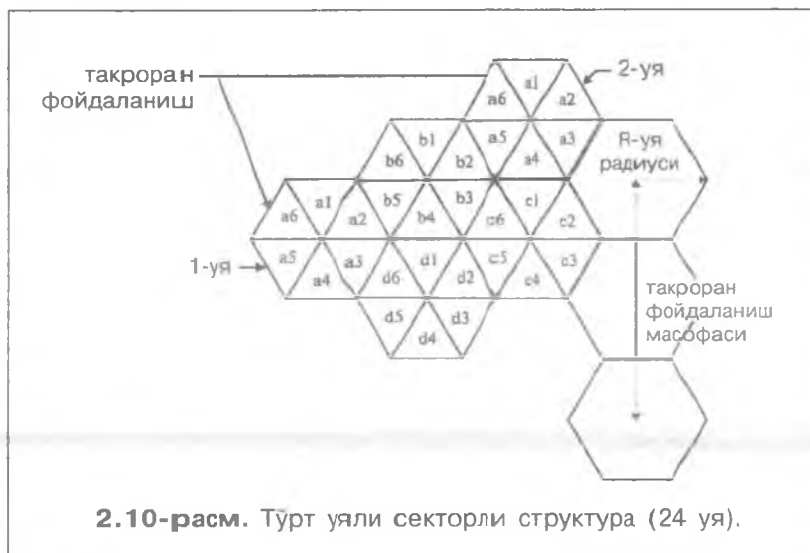


2.9-расм. Рақамли рангли кодлар конфигурацияси.

Уяларнинг кенгайиши кўп жиҳатдан илгари биз баён этган усул билан содир бўлаверади. Фарқи шундаки, «эски» уя DCC марказий уялари учун юмуш тайин этилиши ўрнига барча марказий уяларга ўша DCCнинг ўзи тайинланади. Бунинг маъноси шундаки, биринчи уянинг қайта ташкил этилиши тасодифан бўлиши мумкин. Аммо кейинги уялар биринчиси билан блокланади. Эски уялар эса қопланган назоратчи уя DCC ни қабул қилади.

2.1.2. Тўрт уяли структура

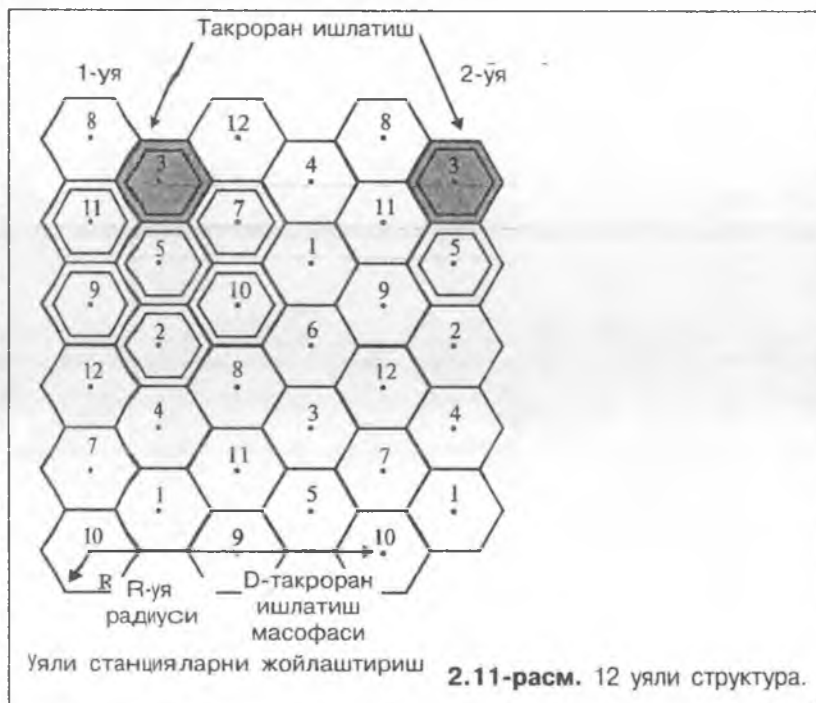
2.10-расмда тўрт уяли секторли структура кўрсатилган.



Тўрт уяли структура аслида 4/12 ёки 4/24 структурадир, яъни уялар тўрт частотали режага, 12 ёки 24 секторлар билан гуруҳлаштирилган. Тўрт уяли структурада 6 та антенна ёки оддий станцияда 3 та 1200 антенна ишлатилади. Бундай режалаштиришни 24 секторли (4 та уяли 6 сектор) ёки 12 секторли (4 та уяли 3 сектор) структуралар амалга оширади.

2.1.3. Ўн икки уяли структура

12 -уяли структура 4 уяли ва 7 уяли структураларга нисбатан камроқ ишлатилади. 12 уяли структуранинг афзаллиги шундаки, ҳатто айлана станциялардан фойдаланилганда ҳам ташувчи/халақит нисбати яхшидир. Бундай конфигурациядаги уялар жуда кичкинадир. Демак, трафикнинг самарадорлиги ҳам пастдир. 2.11-расмда 12 уяли структура кўрсатилган.



Стокгольм айланма модели

Стокгольм айланма модели дастлаб, NMT-450 системасида Стокгольм кейинчалик Жакарта, Малайзия ва Бангкокда ишлатилган. Ушбу технология Стокгольм марказидаги жуда юксак зич трафикка жавоб бериш учун ишлаб чиқилган эди. Умум томонидан қабул қилинган 6

бурчакли структура принципларидан анча фарқ қиладиган бу моделда шаҳарнинг марказий амалий районлари сигимини оширишга ҳаракат қилиндики, шу мақсадда марказий станциядаги барча имкони бўлган частоталардан фойдаланилди. NMT450 да 180 частота бор ва бу режа ушбу каналларни 6 та 60 градусли ёндош секторларга бўлади, бу ҳол 2.12-расмда кўрсатилган. Барча частоталарнинг ёндошлиги шуни кўрсатадики, қўшни каналларни дурустроқ бўлиш мумкин. Бу талаб, албатта, паст девиацияли NMT450 ва NMT900 (фақат каналларни алмаштирамай) системалар учун мазкур технологияни чеклаб қўяди.



2.13-расмда навбатдаги кенгайтириш кўрсатилган, бунда бошқа концентрик айлананинг барча частоталарини 120 градусга буришдан фойдаланилган. Уяни кенгайтириш шаҳарнинг марказий районидан чиқадиган йуналишда содир бўлаётгани туфайли пастроқ зичлик учун антеннанинг бир қадар кенгроқ структурасини мослаш самарали бўлади.



2.1.4. Частоталардан такроран фойдаланмай, частотали режалаштириш. Аралаш частотали режалар

Уяли система частотали режасида структурада тўрттадан камроқ уядан фойдаланилганида бу частотали режа «уясиз» деб аталиши мумкин. Шаҳар ташқарисидаги зоналарда частотадан такрорий фойдаланиш зарурати бўлмаслиги мумкин. Бу эса бир жойда кўп сонли каналларни ўрнатишни иқтисодий жиҳатдан фойдали қилади.

AMPS ва TACS да кўшни бўлмаган каналлар шундай жойлаштирилиши мумкинки, якуний спекторнинг тахминан ярмини ташкил этадиган уя пайдо бўлиши мумкин. Лекин асосий базавий станцияларни қайта режалаштириш сони қанчалик кўп бўлмасин, бу системаларда келажакда частоталардан самарали фойдаланишга эришиб бўлмайди. Шу боисдан ҳам бу режадан фақатгина кичик сифимли шохобчаларда фойдаланиш мумкин.

Оқсак зичликка эришиш мақсадида 4 та уяли режадан фойдаланилганда, шаҳар чегараларида 7 уяли режага аста-секин ўтадиган ва кейинчалик 12 та уяли режага айлантририлиши мумкин бўлган тармоқ лойиҳаси иқтисодий жиҳатдан тежамли бўлиши мумкин. Ана шундай режани амалга ошириш учун стандарт технологиялар йўқ. Лекин частоталарни аниқ тақсимлаш ҳамда жойнинг конкрет шарт-шароитлари билан боғлиқ бўлган вазиятларнинг тасодифан мос келиши бу технологияни мураккаблаштириб юбормасликка имкон беради.

Умум томонидан қабул қилинган ҳар қандай частотали режаларга амал қилавериш ҳамиша ҳам оқилона қарор бўлавермайди. Аслида ушбу режалар, қоида тариқасида частоталарни бошқаришни соддалаштириш деб кўриб чиқилиши мумкин. Частоталарни оптимал тақсимлаш ҳамиша ҳам бу қоидалар билан чекланган эмас. Бирор бир станцияда фойдаланилаётган частоталарни нечоғли яқинлаштириш мумкинлиги хусусида чеклашлар бор, лекин бу каналлар изоляцияси учун ишлаб чиқилаётган резонаторлар ва жуфт ускуна юмушидир (функциясидир). Гарчи каналларни бирлаштирувчи жамловчи қурилмалар бўлса-да, улар частотага кўра нечоғли яқин бўлишидан қатъи назар, барибир, йўқотишдан қутула олмайди. Бирлаштирилаётган частоталар бир-бирига нечоғли яқин бўлса, исрофгарчилик шу қадар кўп бўлади. Бунинг маъноси шундаки, N сони кам бўлган режалар фойдаланилаётган (частотали режанинг) типи РЧ қувватидаги йўқотиш шу қадар кўп бўлади.

Ҳақиқатдан ҳам оптимал режа фақатгина каналларнинг конкрет сони билан чекланади. Бу сон эса жойлаштирилган ускунанинг ўзига хос жиҳатлари билан белгиланади. Катта сигимли системаларда трафика асосланиб, каналларни тақсимлаш мумкин. Сўнгра эса, интерференцияни имкони борича камайтириш учун частоталарни тақсимлаш керак.

Буни амалга оширишнинг методларидан бири дастлаб Гонконг-да Motorola компанияси томонидан фойдаланилган эди. Режалаштириш ярим интеллектуал компьютер дастури билан амалга оширилади. Бу дастур интерференцияни жуда ҳам камайтириш асосида частоталардан ортиқча фойдаланишни оптимал даражага келтиради. Компьютерда интерференцияни ўлчайдиган матрица бўлади. Шундан кейин ана шу компьютер ҳар бир станцияда фойдаланилаётган барча частоталар устидан назорат ўрнатади ва соф интерференцияни аниқлайди. Бу иш жараёни жадаллаштирадиган бир қанча алгоритмлардан фойдаланиш билан амалга оширилади (частоталарнинг имкони бўлган барча тақсимланишини кўриб чиқиш жоиз эмас) ҳамда жараёнга тасодифийлик унсурини киритади. Чунки дастурни ўша маълумотлар билан ишга солишлар ҳамisha ҳам айнан шу натижага олиб келиши шарт эмас. Шуни таъкидлаш лозимки, бу моделда частота режалари ёки N рақами тушунчаларига зарурат йўқ. Чунки унда мазкур конфигурациядаги базавий станция учун пировард уяли режани топишга ўринишга ҳаракат қилинади. Бу ҳолда биз аралаш режа билан иш кўрамыз. Айтишларича, бу умум томондан қабул қилинган режалаштиришда эришилиши мумкин бўлганига нисбатан тахминан 10 фоиз кўп сигимли шохобчани олишга имкон беради.



2.2. УЯЛИ АЛОҚАНИНГ АСОСИЙ СТАНДАРТЛАРИ

2.2.1. D-AMPS / AMPS

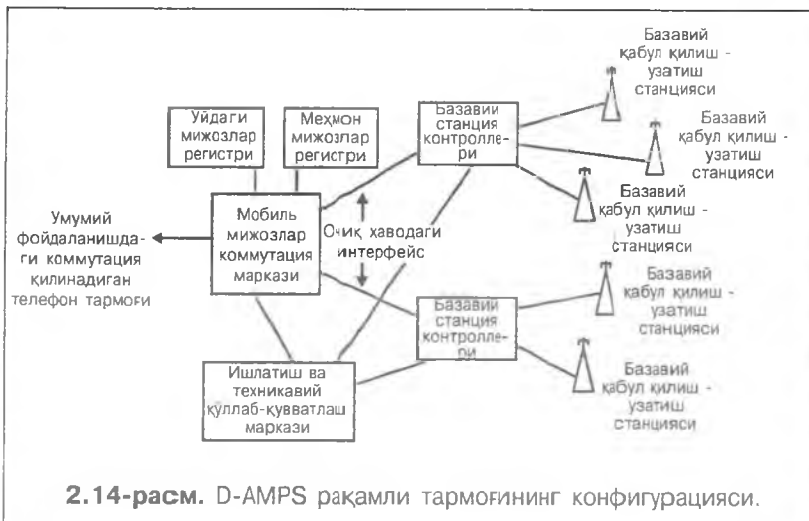
Американинг рақамли уяли системаси (у DAMPS номи билан ҳам машҳур) бошқа уяли алоқа системалари орасида ўзининг спектрал самарадорлиги билан ажралиб туради. Бу кўп жиҳатдан замонавий рақамли кодерлардан фойдаланиш самарасидир. Система битта частотали каналда учта нутқ каналлини ташкил этишга имкон беради. Яқин келажакда спектрал самарадорлиги 3 бит/с/герц бўлган кодлаштиришни қўлланишга имкон берадиган кодеклардан фойдаланилиши кутилмоқда.

AMPS — D-AMPS стандартининг рақамли модификациясида AMPSда ишлатиладиган частоталар полосаси қўлланилади, бунда янги қўшимча спектор ишга солинмайди. Кенгайтирилган 832 каналли полосанинг 666 каналларигина қўлланилган зоналарда рақамли стандартга ўтиш нисбатан осонроқдир. Бу ўринда айна пайтда дастлабки резерв каналлар ишга солинади. Рақамга ўтиш учун дастлаб зарур бўладиган резерв частоталар бўлмаган жойларда частоталарнинг бир нечта сонини «суғуриб олиш» лозим бўлади. Кичикроқ шаҳарларда бу бобда катта муаммо юзага келмайди. Лекин Тошкент, Самарқанд сингари йирик шаҳарларда каналлар зарурат юзасидан «суғуриб олинганида» интерференциянинг ортиб кетишига ва аналогли шохобчада муваффақиятли кўнгироқлар сонининг камайишига олиб келиши мумкин.

D-AMPS рақамли тармоғининг структураси

Барча лойиҳалаштирилаётган D-AMPS системалари учун рақамли тармоқ кўп жиҳатдан бир хил кўринишда бўлади. Тармоқнинг маркази MSC (мобиль коммутация маркази)дир. Тармоқнинг барча афзалликларини рўёбга чиқариш учун, PSTN алоқаси учун SS7 сигнализацияси зарур. MSC PSTNли бутун интерфейсни, қайд этиш функциясини, мижозни идентификациялаштириш ва тегишли HLR орқали (уйдаги мижозлар регистри) ёзувларни назорат қилади. VLR (меҳмон мижозлар регистри) — жадал кириш регистридир. Унда яқиндагина рўйхатдан ўтган мижозлар тўғрисида ахборотлар бўлади.

D-AMPS рақамли тармоғининг умумий конфигурацияси 2.14-расмда кўрсатилган.



2.14-расм. D-AMPS рақамли тармоғининг конфигурацияси.

Базавий станциянинг контроллери

Базавий станция контроллери (BSC) Handoverни, шунингдек, аудио компрессия ва декомпрессияни назорат қилади. Очиқ муҳит орқали коммутатори бўлган бу интерфейс «А» интерфейс номи билан ҳам маълум.

Қабул қилувчи-узатувчи базавий станция

Қабул қилувчи-узатувчи БС (BTS) мобиль терминали билан эфир орқали интерфейс вазифасини бажаради. Кўп ҳолларда БС икки режимли (AMPS плус, яна кам деганда, битта рақамли қабул қилувчи узатувчи) бўлади. БС таркибида қабул қилувчи-узатувчилар ва рақамли линия учун мультимплексор ускунаси бўлади. У BTS (қабул қилувчи-узатувчи БС)ни БС назоратчиси билан боғлайди.

BSC ва BTS каби таниқли системалар аксарият ҳолларда бир нуқтага жамлангандир. Айки вақтда, баъзи ҳолларда янги аҳоли пунктларида системани ёйишни иқтисодий жиҳатдан фойда куриб ҳал этмоқ учун тармоқнинг компонентларини ёйиш ҳам мумкин (буни олисдаги базавий станция деб аталади).

Техникавий назорат ва эксплуатация маркази (ТЭМ)

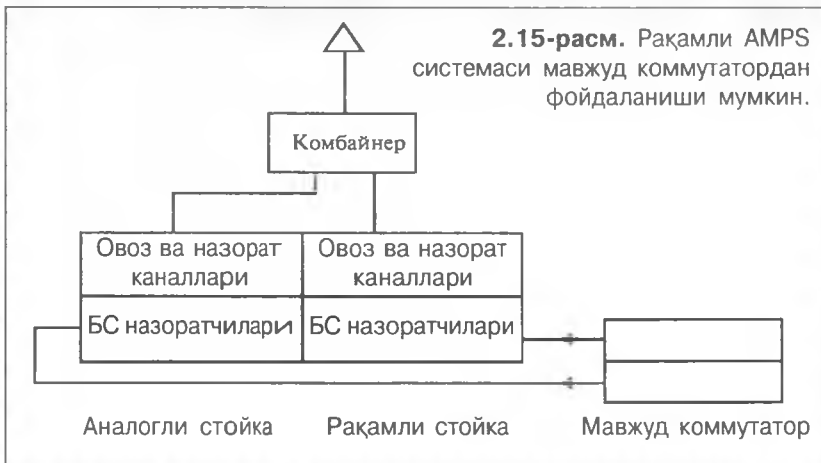
ТЭМ бошқа тармоққа интерактив киришни, статистика маълумотлари ва хатоларини йиғишни таъминлайдики, худди шундай юмушни тармоқни масофадан туриб бошқариш маркази ҳам адо этади.

Рақамли TDMA (вақтинчалик ажратиш билан кўпсонли кириш).

Шимолий Америкада рақамли форматнинг келажаги тўғрисидаги баҳсда TDMA системаси ғолиб келди. Ушбу система TIA (IS-54 стандарти билан) ва кейинчалик IS-136 стандарти билан белгиланган. Лекин, унинг баъзи шартлари ҳам бор:

- Рақамли система AMPSда бўлганидек, каналлар тақсимотидан фойдаланади.
- мазкур кунгача мавжуд бўлган AMPSнинг жуда катта инфраструктура ускунаси тўфайли аналогли базавий станциялар (бирга ишлай олишини назарда тутиб) системасининг бўлиши афзалроқдир.
- Энг муҳим мақсад қўшимча сифимдир.
- Қўшимча функциялар ва модернизация талаб этилади.
- Аналогли стандартлар билан қиёслаганда, сифат бир қадар ҳам ўзгармайди (бу ўринда овоз, сифат, амал қилиш зонаси ва шу кабилар назарда тутилмоқда).

2.15-расмда рақамли ва аналогли системаларнинг бир станция доирасида бирга ишлаши кўрсатилган. D-AMPS системасининг AMPSдан ўтиш даврининг функционал хусусияти — икки режимли (рақамли аналогли) мобиль терминаллардир.



Ўзбекистонда D-AMPS рақамли система мавжуд аналогли система анчагина равнақ топганлиги AMPS билан узоқ муддат бирга ишлашни назарда тутлади. Айти пайтда уяли алоқа системаси эндигина ёйилиб бораётган янги шаҳарлар ва аҳоли пунктларида тараққиётнинг биринчи босқичидиёқ рақамлаштириш энг самарали йўлдир.

Базавий станцияларнинг бирга ишлаши шу тахлитда режалаштириладики, стойка ёки жуфт радио-частота ускунасини алмаштирамай, оддий аналогли канални учта рақамли каналга айлантириш мумкин бўлади. Бу эса иқтисодий нуқтаи назардан энг мақбул ечимдир.

D-AMPS га боғлиқ муаммолар

① D-AMPS системасининг CODECи, у сигналнинг кўпнурли таралиши муҳотида фойдаланилганида овознинг ниҳоятда нотабий сифатини вужудга келтиради. Бу ҳолда ана шу камчилики бартараф этиш учун қўшимча тадбирлар кўриш лозим бўлади (масалан, акс-садо-туғаноқлар қўлланилади).

② D-AMPS системалари приёмникларининг сезгирлиги аналогли терминалларга нисбатан анча суздир. Сезгирликнинг номинал миқдори — 103 дБм га баробардир. Баъзи приёмниклар 106 дБмда ишлайдилар. Бундай паст сезгирликнинг маъноси шуки, ёндош базавий станцияларда амал қилиш зонасининг радиусига эришила олмайди. Бинолар ичида нутқ сигналининг сифати соф аналогли системага нисбатан ёмон бўлади.

③ Кўпнурли муҳитда D-AMPS сигнали ёмонлашади ва шундоққина сезилиб турган шовқинлар бўлади. Паст сигнал зоналарида самардорлик ёмонлашади (сигналнинг зим-зиё бўлиши). Шовқинлар давом этади. Қоплашни таъминлаш лозим бўлган жойда эса, сигнал бутунлай йўқолиб кетиши мумкин. Фойдаланувчи чақириқ йўқолганлигини ҳис этгандай бўлади, лекин агар фойдаланувчи жойдан-жойга кўчиб турган бўлса ва бунинг оқибатида сигнал яхшиланса, бу ҳолда мобиль аппарат яна алоқани тиклаши мумкин. Бу сценарий (ҳодиса) авж олиб боравериши мумкин ва мижознинг жигига тегади. Мижоз бу ҳодисани чақириқнинг йўқолиб кетишидан ажрата олмай қолади.

④ DAMPS частоталарининг полосаси кенлиги AMPS дагидан каттадир, шунинг учун ҳам қўшни каналларнинг жиддий интерференцияси рўй бериши мумкин. Бу ҳол, айниқса AMPSнинг аналогли каналларидан параллел фойдаланилганида кучлироқ рўй беради.

⑤ Бошқа системаларда ҳам интерференция кузатилади, булар жумласига оддий телефонлар, радио-нур таратувчи приёмниклар ва аналогли аппаратлар ҳам киради.

⑥ Шу нарса илғаб олинганки, А диапазондаги каналлар интерференцияси, А ва Б диапазонларидаги базавий станциялар бир-бирига яқин жойлашган бўлса, D-AMPS В диапазонида ёмонлашув содир этади.

⑦ Талабга хосликка мувофиқ, Handover ишининг талаб этилаётган аниқлиги +/-5дБ бўлиши керак.

⑧ Каналларни синхронлаштириш учун бўлган маълум вақт сабабли базавий станцияларни сканлаштириш тезлиги етарлича юқори эмас.

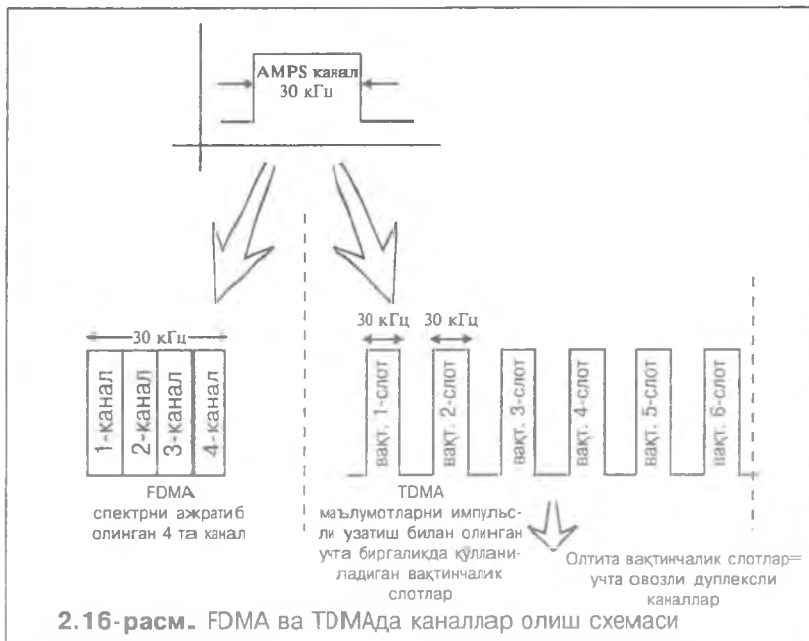
⑨ D-AMPSда C/I нисбати AMPSдагига нисбатан унча кўп эмас ва D-AMPS N=4 бўлган муҳитда ишлай олиши хусусида катта шўҳба пайдо. DAMPSда C/Iнинг нормаль сигналларнинг паст даражаларида айниқса ёмондир.

TDMA ва FDMA

TDMA кўп вақт point-to-multi point кўпнурли тарқалиш муҳитида қўлланилган эди. Аммо, яқин-яқингача ҳам, мобиль муҳитда TDMAдан иқтисодий нуқтаи назардан фойда кўриб фойдаланиш хусусида кўпгина шакл-шўҳалар бўлган эди. Бир мунча вақт мобиль аппаратлар ҳарбий соҳада қўлланилди. Фақатгина 1989 йилда мобиль TDMA рақобатбардош муқобил вариант сифатида намойиш этилди. Унинг қиймати мақбул, шу боисдан ҳам каналларнинг ҳар томонлама интерференцияси хусусидагина шўҳалар қолди, холос.

2.16-расмда TDMA ва FDMA системаларини қуриш схемаси кўрсатилган.

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ



TDMАнинг қуйидаги афзалликлари ва камчиликлари бор

АФЗАЛЛИКЛАРИ:

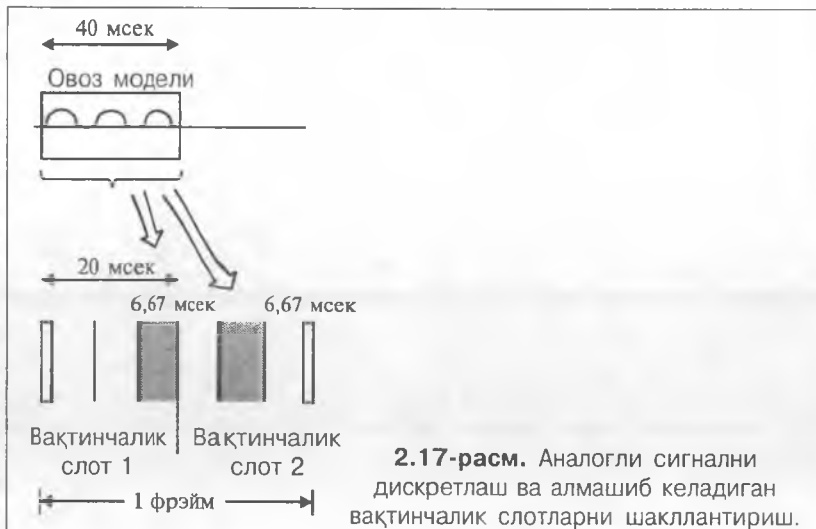
- Радиоканаллар сонининг камлиги;
- Анча оддий мобиль IF (турли кенгликдаги каналлар талаб этилмайди);
- Дуплексерлар талаб этилмайди;
- Паст қувватни истеъмоли этиши.

КАМЧИЛИКЛАРИ:

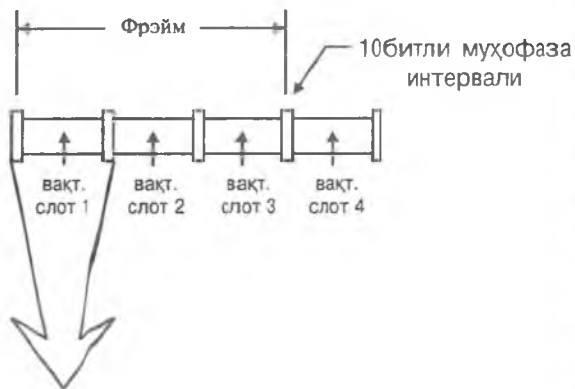
- Қўшимча логика (мантиқ)нинг зарурлиги;
- Узатувчининг «ёқиш» ва «ўчириш»га тез алмашлаб уланиши зарурлиги;
- Ишлаб чиқиш учун катта сарф-харажатлар зарурлиги ва узок муддатли ўтиш даври лозимлиги.

D-AMPS стандарти TDMA фреймининг структураси

Битта алмаштирилган аналогли канал ўрнига учта рақамли канал олиш D-AMPSнинг асосидир. Мобиль аппарат овозни бузади ва уни вақтинчалик слотга 20 м.сек билан алмаштириб жўнатади. Бу 2.4-расмда кўрсатилган.



Фреймлар 6 та вақтинчалик слотларга бўлинган. Уларнинг ҳар бирида нутқ ахбороти, синхронлаш сигналлари ва хатоларни тузатиш коди бор. Бу 2.18-расмда кўрсатилган. Тўла тезлик фреймда битта TX (узатувчи), битта RX (қабул қилувчи) ва битта бўш вақтинчалик слот бор.



Дастлабки битлар	Нутқ	Жуфтлик битлар
20 бит	44 бит	16 бит

Маълумотларнинг
гросс тезлиги =
44,5 кбит/с

2.18-расм. TDMA вақтинчалик слотнинг структураси

Бажарилган ишига караб вақтинчалик слотлар тўғри, тескари ва қисқартирилган импульслар пакетлари — структураларга эга бўладилар. Сигнал йўналиши БСга нисбатан белгиланади.

Тўғридан-тўғри хабар бериш канали 2.19-расмда кўриб чиқилган эди, бундай канал синхроллаштиришнинг бир нечта битларидан бошланадиган слотдан иборатдир.

← Тўғри каналнинг вақтинчалик слоти →

: s : sa : маълумотлар : D : маълумотлар : RS :

Номи	Вазифаси	Узунлиги
s	Синхроллашган сўз	12
sa	SACCH	12
data	Маълумотлар	130
D	Рақамли рангли код	12
RSV	Захиралар	12

2.19-расм. Тўғри канал вақтинчалик слотининг структураси.

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИҲАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

43

Тескари канал тўғри каналдан шуниси билан фарқ қиладики, у мобиль аппаратга аввало муҳофаза интервали ва маълумотларни узатиш бошлангунча тўйинтирувчи вақтни узатишга имкон беради. (2.20-расм).

← Тескари каналнинг вақтинчалик слоти →
: G1 : га: маълумотлар1 : s : D : маълумотлар2 :

Номи	Вазифаси	Узунлиги
G1	Муҳофаза битлари	6
га	Тўйинтирувчи битлар	6
data1	Маълумотлар	12
data2	Маълумотлар	122
sa	SACCH	28

2.20-расм. Тескари каналнинг вақтинчалик слоти структураси

Қисқартирилган импульслар пакети структураси (2.21-расм) алоқа ўрнатишда фойдаланилади. Синхронлаш вақтига кўра, қисқартирилган импульслар пакети анча турғунроқдир. БС зарур бўлган вақт силжишини белгилаб қўймагунча, линия ана шу режимда туравериши мумкин.

← Қисқартирилган пакет слоти →
: g1 : га : s : D : V : s : D : W : s : D : X : s : D : Y : s : G2 :

Номи	Вазифаси	Узунлиги
G1	Муҳофаза битлар	6
га	Тўйинтирувчи битлар	6
s	Синхронлаш сигнали	28
V	ОН	4
W	ООН	8
X	ОООН	12
Y	ОООН	16
G2	Муҳофаза вақти	22

2.21-расм. Қисқартирилган импульслар пакети фреймининг структураси.

Импульслар пакетлари бир-бирининг устига тушиши олдини олиш учун муҳофаза вақт интервали (оралиғи) зарур. Тўлдириш вақти мобиль апаратининг қувват кучайтиргичига аста-секин тўла қувватга эришишга имкон беради. Шу сабабли потенциал гармоник қусурлар камаяди. Бу фақатгина тескари каналлар учун зарурдир. Чунки мобиль апаратининг қувват кучайтиргичи зарур бўлгандагина ишга солинади. Базавий станциянинг қувват кучайтиргичи ҳамиша уланган бўлади, шу боисдан ҳам вақт тўлдиригичига зарурат йўқ.

Синхронлаш сигнали БС ва мобиль апарат вақтини текислаб туришда фойдаланилади. SACCH сигнали ёки секин боғлиқли нazorат канали қисқа хабарлар учун фойдаланилади. D-AMPS рақамли овоз кодини ишлатади. Бу, кўп жиҳатдан, бегона ташувчиларни аниқлаш учун AMPS SAT тонларидан фойдаланиши сингари кечади.

Синхронлашга синхронлаш битларини ушлаб туриш вақтини ўлчаш йўли билан эришилади. Шундан кейин узатиш тезлигини жадаллаштириш ёки секинлаштириш хусусида мобиль апаратни бошқариш йўли билан эришилади. Мобиль апарат билан БС ўртасидаги ножиоз бўлган ушлаб туриш вақти 88 битга баробардир. Бундай ушлаб туриш 1 бит қадами билан 30 битга жадаллаштирилиши ёки секинлаштирилиши мумкин. 1 битнинг узунлиги 20,55 мкс. га баробардир. Бу эса D-AMPSда фойдаланиладиган тезликнинг юқори даражасини белгилайди, уни куйидагича ҳисоблаб чиқиш мумкин:

Синхронлашни ушлаб туриш ялли вақти = 30 x 20,55 мкс

Олис алоқа учун кўшимча тарзда 6 битга баробар бўлган муҳофаза вақтидан фойдаланиш мумкин, шунинг учун ҳам ушлаб туришнинг ялли вақти 36 битга баробар бўлади.

Ялли йириклаштирилган (доиравий) йўл =
 $300,000 \times 36 \times 20,55 \times 10^{-6} \text{ км} = 221,9 \text{ км}$

Йўлнинг энг кўп узунлиги ана шу миқдорнинг ярмига ёки 111 км га баробардир. D-AMPS системаси амал қилиш зонасини кўпайтиришда репетрлардан фойдаланилаётганда эҳтиёт бўлиш зарур. Чунки, тарқалишнинг якуний масофасининг узайиши мумкин эмас.

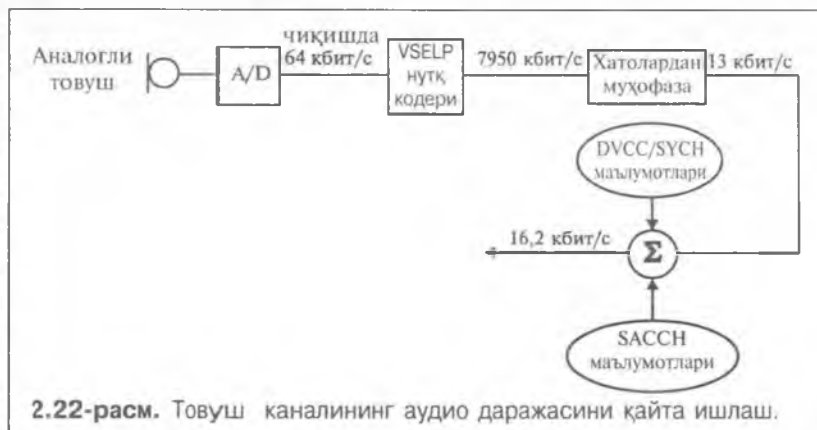
Нутқ каналини қайта ишлаш

Аналоги сигналнинг 64 кбит/с ни олиш учун товуш сигнали илгари A/D конверторидан ўтади. Шундан кейин мазкур сигнал VSELP нутқ кодери орқали ўтади, у сигнални 7950 бит/с га қадар зичлаштиради. Шундан кейин хатолар коррекцияси қўшилади. Оқибатда 13 кбит/

с га баробар соф бит тезлиги юзага келади. Қарийб 100 фоиз хатолар коррекциясининг қўшилиши ортиқчадек туюлиши мумкин, лекин аслида хатоларнинг турғунлиги хатолар коррекциясида етарли эмас ва коддер паст бит тезлигига эга (бу эса чоғроқ ортиқчалик борлигини кўрсатади). Бу эса кўпнурли тарқалиш муҳтида D-AMPS овозининг паст сифати туфайли ҳисобга олинади. Аслида эса, кўпнурли таралиш мавжуд бўлган жойлардаги сигнал кучи энг паст бўлган зоналарда бу паст частотали шовқинларни авж олдиради. Сигнал ёмонлашиб боравергани сайин, бу шовқинлар ҳам тез-тез ва кўпроқ пайдо бўлаверади. Гарчи баъзилар бу шовқинни ташқаридан суқилиб кириш деб қарашлари мумкин бўлса-да, бу кўпинча GSMга дахлдордир. GSM эса катта ортиқчалик бўлган шароитда ниҳоятда паст кучланиш тўғрисида бирор-бир огоҳлантириш бермай, мижозни узиб қўя қолади.

Хатолардан муҳофаза этилган сигнал кейинчалик тегишли канал маълумотлари билан қўшилиб, 16,2 кбит/сга баробар соф бит тезлиги билан каналда кодлаштириш учун жўнатилади. (2.22-расм.) Худди шу лаҳзада SACCH канали қўшилади.

Шундан кейин аудио канал сигнали эсда сақлаб қолувчи регистрга жўнатилади, у эса рақамли усул билан барча комбинацияни ёзиб олади. Бу комбинация эса, мазкур вақтинчалик слот актив бўлмагунча ҳамда тузатувчи ушлаб туриш (йўлда ушлаб туриш ўлчовлари билан белгиланган) қўшилмагунча бу регистрда сақланади. Ана шу лаҳзада сақлаб турилган сигнал, 2.23-расмда кўрсатилганидек, маълумотларнинг дастлабки тезлигидан уч баробар кўп тезликдаги импульслар шаклида чиқарилади.





СИГНАЛЛАШТИРИШ

Назорат канални сигналлаштириш

БСнинг аналогли қисмлари ҳам, рақамли қисми ҳам FSK сигнализацияси билан биргаликда умумий назорат каналдан фойдаландилар. Гарчи иккиламчи назорат каналлари (А полосадаги 696 дан 716 гача бўлган каналлар, В полосадаги 717 дан 731 гача бўлган каналлар) рақамли сигнализация учунгина ажратиб қўйилган бўлсада, шундай бўлади. DAMPS назорат каналининг сигнализацияси кўп жиҳатдан AMPS сигнализациясига монанддир, ажратилган бит ишнинг иккиталик режими иложи бор-йўқлигини кўрсатиши ҳамда рақамли каналларни тайин этиши учун янги форматдан фойдаланиш бундан мустаснодир.

Аналогли товуш каналлари сигнализацияси

Аслида, AMPSдаги каби, фақатгина рақамли каналга handoff туғри-сида қўшимча хабар қўшилган.

Рақамли канал сигнализацияси

D-AMPS рақамли каналларидаги мавжуд командалар, AMPSдаги тегишли командаларги монанддир, гарчи улар кўпинча бутунлай бошқа усул билан жўнатилса-да, барибир монанддир. Масалан, AMPSдаги DTMF сигнали частотали диапазонда овоз каналида амалга оширилади. D-AMPSда эса ичдан сигналлар комбинацияси тарзида ва частота диапазондан жўнатилади. CODEC орқали ўтказилган DTMF сигнали оқибатда бузилади, бу эса олисдаги интиҳода уни коддан чиқаришга имкон бермайди. DTMF сигналини вужудга келтирадиган икки тоннинг тегишли даражалари турлича кучайтирилганида ва шу боисдан ҳам нотўғри нисбий даражаларга эга бўлганида бузилиш содир бўлади. SAT сигнали CDVCC функцияли эквивалент сигнали билан (овозли рақамли рангли код) билан ўрин алмашади. CDVCC базавий станцияга қайтади, AMPS даги SAT сигналининг қайтишига монанддир.

SACCH хабари

SACCH каналлари орқали жўнатилаётган қисқа хабар,энг юқори тезлиги 300 бит/с эга бўлган тўла тезлигида — 218 бит/сга баробар бўлган самарали узатиш тезлигида (ортиқча кодлаштирилганидан кейин) ва 109 бит/с, яъни икки баробар кам тезликда узатилади. SACCH сигнали шундай жўнатиладики, ҳар бир жўнатилаётган 12 бит ахборот иккита вақтинчалик слотлар билан алмашиниб туради.

FACCH хабари

Узун хабарлар товуш маълумотларини алмаштириш йўли билан FACCH хабари сифатида жўнатилиши мумкин. Бу режим тўла тезлик каналлари учун 2,4 кбит/сга тенг бўлган ва ярим тезлик каналлари учун 1,2 бит/сга баробар бўлган ишчи тезлигида ахборотни узатишга имкон беради.

Икки режимли мобиль аппарат учун қўнғироқ таомили**Дастлабки ҳолатда ўрнатилиши**

Ўзининг аналогли эквиваленти сингари мобиль аппарат ҳам уланганида даставвал назорат каналларини қидиради, унда бўлган хабарларни ҳисоб-китоб қилади, сўнгра эса рўйхатдан ўтади. Икки режимли мобиль аппарат аввалига рақамни танлаб олиш учун назорат каналларини сканация қилади. Агар бунақалари топилмаса, иккиламчи назорат каналлари сканация қилинади. Маъодо улар ҳам топилмаган тақдирда мобиль аппарат аналог режимидаги дастлабки назорат каналларига мурожаат қилади.

Қутиш вақти

Ишламаётган ҳолатда мобиль аппаратнинг аналогли ва рақамли режимлари, қўнғироқни қутиб, ёки рўйхатдан ўтиш зарурати тўғрисида мобиль аппаратнинг бошқа системада роуминги бўлса, системали хабарларни назорат қилади.

Системага кириш

D-AMPS системасига кириш AMPS системасига киришга монанддир. Истисноси шундаки, ESN (электрон серияли рақам) бевосита жўнатилмасдан, махфий бўлинган маълумотлар билан кодлаштирилади ва шифрланган ҳолатда жўнатилади.

Сўзлашув

Рақамли системада сўзлашув режими аналогли системага нисбатан бир қадар мураккабдир. Қутиш мумкин бўлган хабарларнинг уч типидор. Қисқа хабар SACCH орқали овоз хабар билан биргаликда жўнатилиши мумкин. Овоз канали овоз хабари сингари ҳамда маълумотлар (FACCH) хабарларини ташувчи бўлиши мумкин. Ана шу икки хабарнинг форматлари ҳар хил. Мобиль аппарат, даставвал, овозли хабарни декодрлашга уринади. Агар фрейма структураси бунга ярамаслиги сезилса, бу ҳолда у FACCH хабарни декодрлайди.

Назорат каналининг сифими

Битта назорат каналида рақамли ва аналогли системаларнинг ара-лашиши ушбу канал сифимнинг талабини оширади. Рақамли режим қўшилган аксарият системалар қўшимча сифим зарур бўлгани учун шу тариха ишлаётганини ҳисобга олиб, назорат каналидаги юклама ниҳоятда катта экан, деб фараз қилиш мумкин.

Назорат канали кириш каналлари ва умумий сифимни кўпайтириш учун қидириш каналларига бўлиниши мумкин (шуну таъкидлаш зарурки, иккинчи каналлар қўл етадиган овозли каналлар сонини камайтириб бораверади). Гарчи назорат каналини бўлишнинг иложи бўлсада, фақатгина аналогли конфигурацияда бунинг ҳожати йўқ. Чунки, қидириш вазифаси тесқари каналдан фойдаланмайди. Кириш канали эса, тўғри каналдан фойдаланишни жуда пасайтириб қўяди.

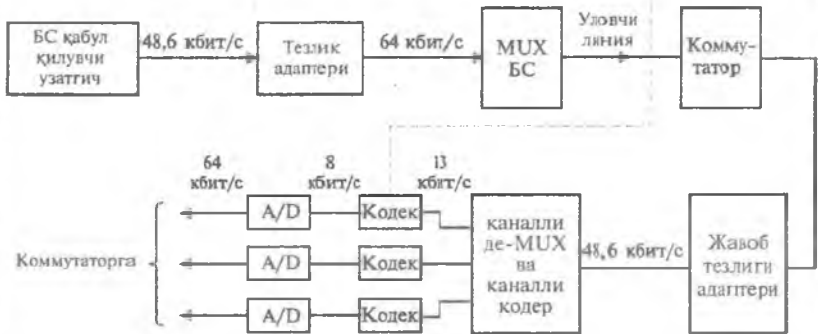
Агар айрим қидириш ва икки режимли системага кириш мумкин бўлса, бу ҳолда рақамли вазифалар аналогли системаларга тесқари этиб тайинланади (шундай қилиб, қидиришнинг аналогли канали киришнинг рақамли канали бўлади ва бунинг акси). Шундай қилиб, умум-фойдаланиш тенгма-тенг бўлади.

БСни коммутация станцияси билан қўшиш

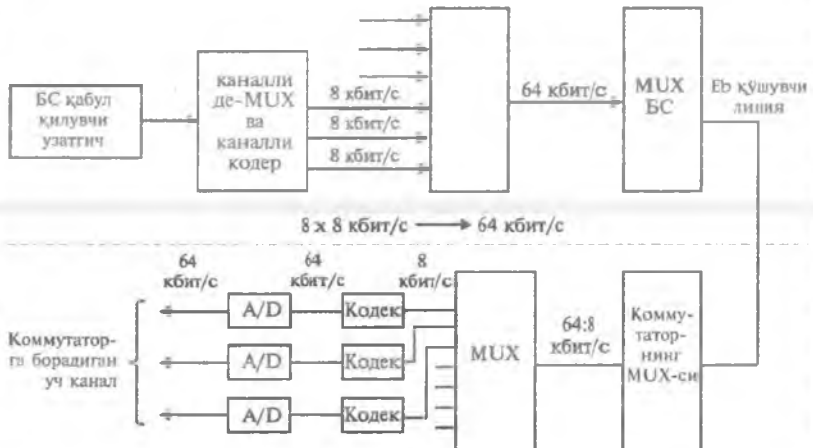
Рақамли каналлар учун БС каналларини коммутаторлар билан қўшишнинг бир нечта вариантлари бор. Энг жўн ижрода БС каналлари 64кбит/с оқими билан сиқиб қўйилиши ва БС мултиплексери билан бевосита уланиши мумкин.

БС каналлари ахборотини зич шаклда ўтқазиш йўли билан қўшимча самарадорликка эришиш мумкин. Чоғроқ, сифими кам бўлган БС (бор йўғи бир нечта рақамли каналлар) учун 48,6 кбит/с га тенг бўлган 3 та канал бит тезлигини олиши мумкин ва уни тезлик адаптери орқали ўтқазса бўлади. Буну шундай қилиш керакки, у фақатгина битта 64 кбит/с каналини эгалласин (2.24-расм). Канал демультиплексори уч канални ва канал кодерини бўлади.

Катта БСлар учун 64 кбит/с ни олиш мақсадида 8 Мбит/с овозли каналини, 8 кбит/с MUX орқали ўтқазиш самаралироқ бўлади. Сўнгра эса, бу ахборотни CODEC орқали ва охириги навбатда коммутация учун А/Д конвертори орқали ўтқазиш зарур. (2.25-расм).



2.24-расм. Кичик рақамли БСлар учун узатиш самарадорлигини ошириш схемаси.



2.25-расм. 8 кбит/с бўлганида энг самарали каналли узатиш.

РЧ таъкалиш муҳити

Гарчи трафикнинг қўшимча зичлигини олиш учун частоталар диапозонини бўлиш асосий усул бўлса-да, мақсад - С/І (йўл қўйиш мумкин бўлган интерференция даражасининг исталган сигнал даражасига нисбати) коэффицентини яхшилашдир. Агар уяларда интерференциянинг катта микдорига йўл қўйилса, бу ҳолда улар бир-бирларига яқин туриб ишлайдилар ва шундай қилиб, частоталардан самаралироқ ортиқча фойдаланишга эришилади.

13 дБга баробар бўлган С/І дек исталган даражага эришиб бўлмайдигандек туюлади (АМРСдаги 17-18 дБга нисбатан). Интерференциядан ҳар қандай қўшимча муҳофаза 4 уяли структурани яна ҳам жозибалироқ қилади. Етти уяли структурадан фойдаланаётган аналогли уяли системалар операторлари шуни билишлари муҳимки, тўрт нафар уяли базавий станциялар БСда кўпроқ каналларга эгадирлар, кичик зонага «тиқиштирилган» аналогли системалар эса ана шу афзалликдан тўлатқис фойдалана олмайдилар.

TDMA шундай лойиҳалаштирилганки, у тўрт ва етти уяли структуралар билан ишлай олсин. Бу жуда муҳим масаладир. Чунки агар рақамли каналлар хизмат кўрсатиш зонасига нохуш таъсир этилмасдан қўшиладиган бўлса, рақамли қоплаш «ҳаётга қодир» бўлади.

Модуляция

Модуляциянинг фойдаланилаётган технологияси — П/4 DQPSK (П/4 фаза силжиши билан дифференцияли квадратурали қайта улаш). П/4 префиксининг маъноси шундаки, исталган битта узатишда фаза ҳолатининг ўзгариши тўртта ҳолат, яъни жорий ҳолатдан $+\text{П}/4$ ёки $+\text{З}^{\circ}$ П/4 билан чекланади. Модуляторда вужудга келаётган даврий бит оқим битлар жуфтлиги билан уланади. Булар эса, 2.1-жадвалда кўрсатилганидек, ҳолатларнинг ўзгаришига олиб келади. Ҳолатнинг ўзгариши символ (рамз) деб аталади.

2.1-жадвал. Ҳолатнинг ўзгариши

Символ(рамз)	Битлар	
+45	0	0
+135	0	1
-135	1	1
-45	1	0

РЧ кучайтиргич

РЧ кучайтиргич 30 фоизга яқин самарадорликка эга бўлган кучайтиргичдир. Ишчи цикли $1/3га$ баробар бўлгани учун ҳам кучайтиргич асосий вақтда иш ҳолатида бўлмайди. Узатувчи приёмникдан оддий ўчириб-ёққич билан изоляция қилинганки, у РЧ кучайтиргични ёки антеннага кириш учун приёмникни улайди. Буларни сира бир вақтнинг ўзида уламайди.

Приёмник

D-AMPS приёмниги AMPS приёмнигига монанддир. Унда FM — детектори ўрнига $P/4$ DPQSK демодуляторида фойдаланилиши бундан мустаснодир. Кираётган сигналларни сигнални ушлаб туриш учун тенглаштириш зарурати яна бир қўшимча мураккаблиқдир. Қуйидаги сабабларнинг ҳаммаси ёки буларнинг баъзилари ушлаб туришнинг боиси бўлиши мумкин: маршрутнинг узунлиги, купнурли тарқалиш еки Допплер силжиши. Бу силжишга автомобилнинг ўтиши сабаб бўлиши мумкин. Ушлаб туришни тенглаштириш учун приёмникда адаптирлашган тенглаштирувчи бўлиши лозим, у муайян форматдаги синхронлаш сўзидан фойдаланадики, бундан мурддао — вақтинчалик слотдаги ушлаб туришни белгилаб олиш ва шундай ушлаб туришни тегишли тарзда тузатишдир.

2.26-расмда кўриниб турганидек, қабул қилувчи сигнални қайта ишлаш жараёни узатилган сигнални қайта ишлашнинг аксидир.



2.26-расм. Приёмникда овозларни қайта ишлаш

Аутентификация

Ҳаммага аёнки, мобил тармоғига алдамчилик билан кириш аналогли стандартда катта муаммога айланди. D-AMPSнинг рақамли мобил апарати аутентификация схемасига эгадир. Ушбу схема ESN (электрон серияли рақам) ва ҳар бир кўнғироқ хусусида терилган рақамларни CAVE алгоритми сифатида маълум бўлган усул билан аралаштиради. Мобил апаратнинг IDси хавфсиз (махфий) турганининг кафолати учун алгоритм ўзида PIN рақамини, бирга ишлатилаётган махфий маълумотлар рақамини ҳамда тармоқда узлуксиз жўнатилиб турган RAND тасодифий рақамини ёқади.

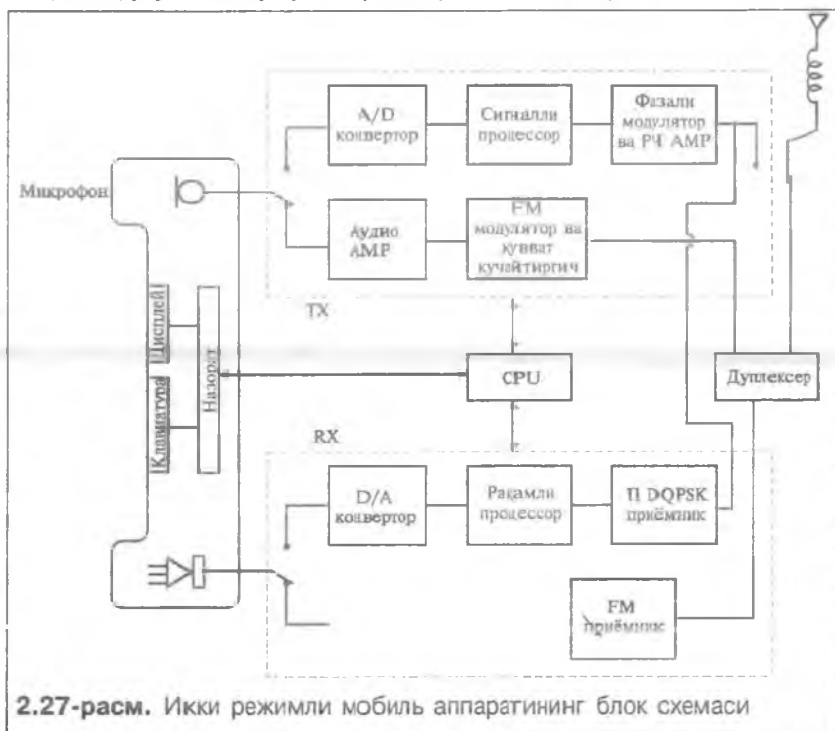
Икки режимли апаратлар

Рақамли тармоқнинг аналогли тармоқ билан бирга ишлай олиши мобил апаратларга ҳам дахлдордир. EIA - IS, 54 икки режимли рақамли уяли стандартнинг спецификацияси (ўзига хослиги) 1989 йилнинг декабрь ойида Телекоммуникация Индустрияси Уюшмаси (TIA) томонидан чиқарилган эди. Бу специфика икки режимли апаратларни бошланғич жорий этиш учун яратилган бўлиб, рақамли тармоқ мижозларига даставвал рақамли каналга киришга, айна пайтда эса, рақамли тармоққа киришнинг иложи бўлмаганида кенг кўламдаги мавжуд аналогли тармоқдан фойдаланишга имкон беради.

AMPSда иложи бўлган энг кичик уянинг ҳажми кўп жиҳатдан энг кам PC қувват билан чеклаб қўйилган. Чунки, мобил апарат ишга ту-

ширилмоғи (ёқилмоғи) учун шу қувватдан фойдаланилади. EIA-553 спецификацияси қувватининг энг кам даражаси 7 мВтга тенг бўлган мобиль аппарат учун мўлжалланган. Бу аппарат эса, амалда уя радиусини 0,5 км.гача чеклайди. IS-54 стандарти 400 мВтга тенг бўлган энг кам қувватни белгилайди. Бунинг маъноси шундаки, радиуси бир неча юз метр бўлган жойда микроуя самарали ишлай олади.

2.27-расмда кўриниб турганидек, икки режимли аппарат таркибида битта аналогли ва битта рақамли — жами иккита қабул қилувчи-узатувчи бўлади. PC платформани шундай лойиҳалаштириш мумкинки, бу платформа иккала режим учун ҳам умумий фойдаланишда бўлиши мумкин. Лекин, бир чеклаш бор: рақамли узатиш учун зарур бўлган линияли кучайтиргич, C тоифасидаги FM аналогли кучайтиргичига нисбатан анча самарасиздир. Шу боисдан ҳам сўзлашув вақти зарядини сақламоқ учун ана шу кучайтиргичлар эҳтимолки, бўлиб ташланар.



2.27-расм. Икки режимли мобиль аппаратининг блок схемаси

CODEC

Тула тезликли codec 7950 бит/с га тенг бўлган тезлик билан ишлайди ва киришида A/D конвертеридан олинган 64 кбит/с каналга эга. CODEC CELP типи бўлган VSELP методидан фойдаланади. Ҳар бир 20 мсекда CODEC чиқишида 159 бит беради. Хатолардан муҳофаза учун ҳар бир комбинацияга 101 резерв бити қўшилади. CODECнинг овоз сифати кўпнурли тарқалиш йўқолганида анча яхшидир, лекин кўпнурли тарқалишнинг реал муҳитида овоз ўз ҳолича идрок этилиши мумкин. Бу муаммонинг пайдо бўлиши сабаби шундаки, хатоларни тузатиш учун ҳар қанча уринилмасин, бундай уринишлар ҳозирча етарли эмас.

CODECнинг мураккаблиги шундаки, биринчи авлод икки режимли аппаратлари қувватидан якуний истеъмолга у анча ҳисса қўшмоқда. CODECнинг биринчи моделлари 600 мВни истеъмол қилган эдилар. Лекин иккинчи авлод аппаратлари учун қувват истеъмолининг анчагина камайиши кутилмоқда.

HANDOFF / HANDOVER

Рақамли аппаратлар MAXO (Handoff, мобиль аппаратга ёрдамчи)-нинг қўшимча handoff процедуралари (таомиллари)ни жадаллаштирувчи характеристикасига эгадир. Мобиль аппарат майдон кучланишини ҳам, олинган бит хатолар тезлигини ҳам назорат қилиши мумкин. У бундай сканлаштириш натижалари тўғрисида SACCH — паст тезликдаги аралаш бошқарув канали бўйича базавий станцияга хабар қилади ёки FACCH юқори тезлик бошқарувининг аралаш канали орқали худди шу натижалар ҳақида хабар қилади.

2.2.2. GSM СТАНДАРТИ

GSM спецификациялари комплексли ва ҳажмлидир. Турли-туман ишлаб чиқарувчилар маҳсулотининг интерфейс бир қанча даражалари учун ишлай олиш қобилияти фақатгина системани нихоятда аниқ спецификациялаш шароитида содир бўлиши мумкин. Эҳтимол, спецификациянинг аниқлиги бобида аллақачон тартиб ўрнатиш лозим эди. Чунки GSMнинг биринчи лойиҳаси, яъни 1981 йилдаги Франция-Германия лойиҳаси, кейинчалик такомиллаштирилиб, Умум Европа стандартига айланди. GSM рақамли системалар ускунаси каби мураккабдир. Индустриядаги кўпчилик мутахассисларнинг фикрича, GSM «ПОНинг жуда улкан монстри» бўлмоғи учун ўтакетган қисқа муддатлидир. Гарчи GSMда принцип эътибори билан бирор-бир янгилик бўлмаса-да, илгари бунёд этилган барча ечимлар сифими кичик бўлган, қимматга тушадиган, ҳарбий соҳаларга мулжалланган эди. Бу технологияни маиший бозорга ўтказиб, у қарор топган бозорда рақобатбардош бўлишига эришиш жуда катта ишдир. Бу вазифа шу қадар мураккабки, 90-йилларнинг бошидаёқ, кўпчилик мутахассислар хавотирга тушиб қолган эдилар: дарҳақиқат, GSM равнақиға сарфланган Европа ресурслари шу қадар каттаки, бу қитъада мобиль радионинг бошқа йирик истикболли ечимлари борасида асримизнинг охиригача бирор-бир ҳўяли, истикболли тадқиқот бажарилмаса керак. Бу гап ҳозирги кунда ҳам ўз тасдиғини топиб турибди.

Бу борада харажатлар ва нархларни камайтиришнинг аъъанавий методи ASIC (интеграл схемалар) тараққиёти бўлди. Бу шундай соҳаки, унинг тараққиёти кўпгина янги ечимларнинг жорий этилишини жадаллаштирди.

Кўпчилик мамлакатлар GSM узил-кесил синовдан ўтишини пойлаб ўтирмай, ундан фойдаланишга киришдилар. Эндиликда эса, ана шу мамлакатлар GSMни рақобатбардош қилишига уринмоқдалар. Аксарият мамлакатлар ўзларини бир қадар хогиржам ҳис этмоқдалар.

GSMни қўллаб-қувватлаш

Европа — GSMнинг равнақи пойдеворидир ва ҳукуматлараро битимлар шундай мавқеиға кўтарилганки, бу GSMнинг муваффақиятли равнақиға кафолат бўлади. 1993 йилнинг сентябрь ойида тижорат GSMларидан фойдаланаётган жаҳондаги мамлакатлар қаториға қуйидагилар кирди: Австралия, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Греция, Гонконг, Ир-

ландия, Люксембург, Янги Зеландия, Португалия, Швеция, Швейцария ва Англия. 1995-1996 йилларда GSM тармоғига уланган мамлакатлар қуйидагилар: Андорра, Австрия, Бельгия, Бруней, Камерун, Эстония, Исландия, Кувайт, Латвия, Малайзия, Нидерландия, Покистон, Катар, Сингапур, Жанубий Африка Республикаси, Испания, Сурия, Туркия ва Бирлашган Араб Амирликлари. Контрактлар (битимлар) барча йирик шаҳарлар ва асосий автомагистраллар қопланиши хусусида дастлабки тасаввурни ҳосил қилиш учун дастур билан танишишни назарда тутди.

Ҳозирги вақтда жаҳоннинг аксарият мамлакатларида GSM системалари барпо қилинган. Бунинг устига, Фарбий Европада ҳозирнинг ўзидаёқ Умумевропа роуминги ишлаб турибди.

GSM нимани тавсия этмоқда?

GSMда овоз сифати баланддир, лекин уни аналогли стандарт билан қиёслаш мумкин. Бошқа рақамли системалар қатори, GSM ҳам нутқнинг дуруст махфийлигини ва ундан алдаб фойдаланишнинг муҳофаза этилганлигини тақлиф қилади. Махфийлик муаммоси ошкор этилди ва GSM амалий мақсадларда кўпсонли хуфёна эшитувчилардан муҳофазани таъминлади. «Vodaphon» деб аталган реклама мақсадидаги эълонда (Англия) катта босма ҳарфлар билан қуйидаги сўзлар ёзиб қўйилган эди: «Бегона қулоқ қирқиб ташланган! Мобиль телефон тармоғи фақат сизнинг қулоғингиз учундир».

Лекин ўта махфийликка қарамай, 1993 йилнинг ўрталаридаёқ, Англияда асос солинган гуруҳ эфир орқали GSM кодими «билиб олдиқ» деб эълон қилди.

GSMнинг базавий станциялари уларнинг 8 каналли аналогли эквивалентларига нисбатан анча арзон туради. Лекин бундан GSMдан фойдаланиш арзонга тушар экан-да, деган маъно келиб чиқмайди. Чунки шу стандартдаги муайян ҳудудни қоплаш учун GSMнинг кўпроқ миқдордаги базавий станциялари зарур бўлади. Сабаби, аксарият БСларни секторларга бўлиш зарур. Ана шунда, базавий станциянинг энг кам меъёри 24 каналга баробар бўлади. Дарҳақиқат, 8 каналли секторда битта қабул қилувчи - узатувчидан маҳрум бўлиш мазкур сектордан маҳрум бўлиш деган сўздир. Барча базавий станциялар, кам деганда битта ортиқча ташувчига муҳтождирлар. Уни қўшиш туфайли БСнинг энг кам меъёри 32 каналга баробар бўлади. БСнинг архитектурасига боғлиқ тарзда унинг меъёри кейинчалик, шу жумладан, захирадаги қабул қилувчи-узатувчи гуруҳ функционал хусусиятга эга бўлма-

са, кўпайтирилиши мумкин. Бу ҳол, ҳар бир сектор учун резервлаш БСнинг меъёрини энг кам, яъни 64 каналга етказлади. Бу шаҳарнинг марказий районлари учун муаммо бўлмаса ҳам, лекин шаҳар атрофидаги ҳудудлар учун фавқулдда ортиқчадир.

Принцип эътибори билан олганимизда, GSM халқаро бирга ишлай олишни, роуминг ҳамда чексиз сондаги вазифаларни (функцияларни) тақлиф этади, аслида эса, GSM жорий этилган кўпгина мамлакатлар, ундан фақатгина шаҳарнинг асосий зоналарида фойдаланмоқда ҳамда биринчи фаза ускунаси бошқа кўпгина уяли системаларга нисбатан камроқ хизматлар сонини тақдим этмоқда.

GSMнинг мураккаблиги шундаки, бу стандарт айни вақтнинг ўзида кучли ва заиф жиҳатларга эгадир. Ушбу стандарт тақлиф этаётган барча функциялар (вазифалар) жорий этилиб, муваффақиятли ишлатилганида, GSM системаси аналогли системадан афзал бўлади ва яхшироқ частотали самарадорликни тақлиф этиши мумкин. (Бу, ҳар қалай, баҳсга сазовор жиҳатдир. AMPS/TACS билан частотали самарадорлик қиёсланиб, ҳисоб-китоблар қилинганда, 08 дан то 2,5 бараваргача ўзгариб турадиган натижа олинди).

Жорий этиш

GSM икки фазада жорий этилди. Биринчи фазада система 890-915 МГц ва 935-960 МГц частоталар диапазонида жорий этилди. Ҳолбуки, даставвал Европадаги кенгайтириш 2 МГц (888-890 МГц ва 933-935 МГц)га тенг бўлган частоталар диапазонининг эни билан чеклаб қўйилган эди.

Биринчи фаза функциялари сони чеклангандир. Бу функциялар тармоқ инфраструктураси учун частоталарнинг кескин ўзгаришини ўз тартибига олмайди. Гарчи система ушбу функциясиз ҳам ишлай олсада, лекин частотанинг кескин ўзгариши фойдалидир. Бу фойдани муҳитда ёйишдаги фойда билан таққосласа бўлади ва у шаҳар чеккасида қоплаш учун айни муддаодир. Автоматик роумингга эришмоқ учун коммутаторлар ўзаро ОКС №7 сигнализацияси билан боғланиши лозим.

Шифрлаш

Рақамли системаларнинг катта афзаллиги шундаки, улар сўзлашувнинг махфийлигини таъминлашга қодирдирлар. GSMда жуда юксак самарали махфий рақамли код ишлатилмоқда.

GSMни биринчи фазада жорий этишнинг кийинчиликлари

GSMнинг биринчи фазаси айрим жиддий чеклашларга эгадир. Буларнинг аксарияти иккинчи фазада ҳал этилиши керак. Ана шу муаммоларнинг айримлари куйида санаб ўтилади:

1. GSMнинг биринчи фазасидаги сезgirлик аналогли системаларга нисбатан анча пастдир, баъзи ҳисоботларда таъкидланишича, аналогли системалардаги сезgirликдан 14 дБга фарқ қилади. Бу 104 дБмга тенг бўлган қабул қилувчи-узатувчилар сезgirлиги билан монанддир (бу гап БСга ҳам, мобиль аппаратларига ҳам даҳлдордир). Бу сезgirлик AMPS, — 116дБм спецификацияси сезgirлиги билан сустроқ таққосланади. Амалда 118-120 дБмга етаётган аксарият мобиль аппаратлар сезgirлиги билан ҳам сустр таққосланади. Бунинг маъноси шундаки, GSMга базавий станциялар 4-10 баравар кўп зарур бўлади. Бундан муддао D-AMPS/AMPSдаги сингари қоплаш сифатига эришишдир. Бунинг маъноси яна шундаки, мобиль аппарат билан бинолар ичида яратилаётган қоплашда муаммога дуч келинади.

Бунга кўшимча тарзда яққолроқ бир мисол сифатида Англияда автомагистралларни қоплашда содир бўлган ҳодисани айтиб ўтмоқчимиз. Бу ўринда GSMнинг базавий станциялари дастлаб автострадалар бўйлаб AMPSнинг аналогли системаларида фойдаланилаётганидек, оралик (интервал) билан жойлаштирилди. Лекин қоплаш натижаси шуни кўрсатдики, янги базавий станцияларни кўшиш зарур. Эндиликда эса, AMPSдан фойдалангудек бўлса, бор йўғи иккита аналогли базавий станция фойдаланилиши лозим бўлган участкада GSMнинг бешта станцияси ишлатилмоқда. GSMни жойлаштириш принципининг асосий ғояси шундаки, яхши ишга кафолат бўлмоғи учун ҳар бир БСдан навбатдагисини кўриб туриш керак. Бундай жойлаштиришда частоталардан такроран фойдаланиш истиқболи жуда мураккабдир. Бу шундан далолат берадики, GSMда, аналогли системаларда бўлганидек, частоталардан такроран фойдаланиш самарасига эришиш мумкин эмас.

2. GSMнинг ўзига хос хусусиятларидан бири, деярли «остона» даражасига эришган паст шовқинлардир, бу баланд кўпнурли тарқалиш зоналарида исбот талаб қилмайдиган муаммодир. Тарқалишнинг кўпнурли муҳитида, аналогли стандартда бўлганидек, сигнал аста-секин ёмонлашмасдан, балки зим-зиё бўлиб кетар экан, бу ҳолда чақирикнинг йўқолишдан фарқи бўлмаган сигналнинг тўсатдан йўқолиши содир бўлади. Бу ниҳоятда «медага тегадиган» ҳолатдирки, «остона» даражаси яқинлашаётганидан дарак берадиган сунъий шовқин сигналини кўшиш ҳақида жиддий таклифлар ҳам ўртага қўйилган эди.

3. GSM овози сифати, гарчи у ёмон бўлмаса ҳам, лекин товуш нотабий деб қабул қилинади ва кўпчилик уни аналогли системага монанд деб ҳисобламайди.

Радиочастотали интерфейс

Яна Uт-интерфейс деган ном билан ҳам маълум бўлган радио частотали интерфейс мавжуд бўлган аналогли системалар учун Европада ҳозирги вақтда ажратиб берилган спектрдан фойдаланиш учун ишлаб чиқилган эди. Қувватнинг РЧ даражалари мавжуд системалар даражаларига монанддир, лекин спектрни тақсимлаш технологияларидан шу тариқа фойдаланиладики, ҳар бир ташувчининг эни 200 кГцга баробардир. Катта сифимлар ва тезкор, батартиб ишлайдиган handoffларга зарурат бўлгани учун РЧ интерфейс аниқ белгилаб олинди. Шу боисдан ҳам, handoff жараёнига мобиль аппарат ҳам, БС ҳам жалб этилади.

Куйида РЧнинг айрим параметрлари келтирилмоқда:

- частотали диапазон: Узатиш БС 959,8 МГц, қабул қилиш БС — 890 — 915 МГц.
- Каналли интервал (оралик): 8 каналга ёки 16 та ярим каналга 200 кГц.
- РЧ қуввати: 32 Вт — БС/ ташувчи; 13 Вт — мобиль узатиш.
- BER 1 фоизи учун сезгирлик: тахминан 103 дБ.
- Қувват одимлари: ҳар бири 15 дБ - дан 2 дБгача.
- С/Ининг (ташувчи сигнал/интерференция) афзал кўриладиган нисбати: 10-13 дБ.
- Ҳар бири 200 кГцдан бўлган жами «қўл етадиган» 120 та радиоканал.
- 12-15 дБга тенг бўлган С/Ν сигнал/(шовқин)даги иш.
- 1000га тўла тезликдаги (16 кбит/с) ёки 2000та ярим тезликдаги каналлар.
- Трафики сифими: 40 Эрланг/км².
- Handoffнинг юқори тезликда бўлиши ва ҳалақитларга бардошлилиги туфайли микроуялар жуда паст қувватдан ҳамда баланд ўрнатилмаган узатгичлардан фойдаланиши мумкин, бу узатгичларнинг зичлиги 200 Эрланг/км² га баробар бўлиши мумкин.
- Режалаштирилаётган уяли структуралар — 3/9 ёки 4/12 (125 та канал).
- GSM системаси мавжуд бўлган 900-МГц системалари (TACS ва NMT900)га 10 Мгцни қўшади.

РЧ интерфейс частотанинг бир қадар сустроқ кескин ўзгариши (217 /одим/с)дан фойдаланади. Якуний частотали бўлиш С/Ν (сигнал/шовқин)нинг барвақт тайин этиб қўйилган нисбатида бит хатолари коэффициентининг камайишига олиб келади ва ҳалақитлардан муҳофазани яхшилайди. Интерфейс, шунингдек, тўла тезлик каналлари, Втни уяли ва Lt ярим тезлик каналлари принциплари билан таъминланади. Ярим

тезлик каналларида CODECлар (рақамли, овозли кодер-декодер)лардан фойдаланиш мўлжалланмоқда. Булар ярим тезлик каналларида нутқнинг сифати деярли ёмонлашмасдан фойдаланишга имкон беради.

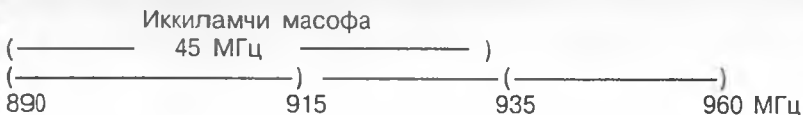
Сигнал тарқалишини ушлаб туришни тенглаштириш мутлақо ушлаб туриш вақтини 233 мксгача камайтириш имконини беради. Маълумотлар сигналларини синхронлаштиришга кафолат бериш зарур. Система, шунингдек, 16та микросекундли дисперсияни ҳам «жиловлаб» олади.

Шу нарса равшан бўлдики, С/І нисбатининг ҳақиқатдаги миқдори 10-13 дБ га эмас, балки 12-14 дБга баробардир (спецификацияда дастлаб шундай деб кўрсатилган эди). С/І муҳофазасининг ёмонлашуви «остона» даражасига яқинлаша боравергани сайин жуда сезиларли бўлиб қолади ва GSM С/І нисбатига сезгирдир ва албатта анаогли системаларидагидек нисбатан турғун эмас.

Канал ичидаги интерференция GSMда ҳали ҳануз муаммо бўлиб тураверади ва ҳар бир базавий станция каналлари эни 200 кГц бўлган муҳофаза интерваллари (оралиқлари) бўлинишини кафолатлаш зарур.

Частоталардан фойдаланиш

GSM частоталари полосаси 890-960 Мгц интервалини эгаллайди (2.15.расм): БС узатиш частотаси — 890-960 Мгц ва БС қабул қилишга — 935-960 МГц.



Канал диапазонининг

(— эни —)
25 МГц

2.29-расм. GSM учун частоталар.

GSM спектри дуплекс каналлар учун 25 МГц (x2)га ва узатувчи ва қабул қилувчи каналлар ўртасидаги икки барабар кўп муҳит — 45 МГцга эга. Дарвоқе, 25 МГц 124 та каналга бўлинади. Ҳар бир каналнинг эни 200 кГцга баробардир. Ана шу 200 кГцли каналлар учун ўз навбатида TDMA технологиясидан фойдаланилади. Бундан муддао ҳар бир узатувчига 8 та канал олишдир.

Аксарият мамлакатларда бир нечта операторлар мавжуд ва GSMнинг қўшни каналлар интерференциясига паст қаршилиқ кўрсатиши (бардоши) туфайли турли операторлар қўшни каналлардан фойдаланаётганида муаммолар пайдо бўлади. Умуман олганда, ташувчилар ўртасида муҳофаза интервали зарур. Мобиль мижоздан БСга тортилган алоқа линиялари блокировка бўлиши мумкин. Бу блокировка тегишли филтрлар билан бартарф этса бўлади, лекин БСдан мобиль мижозга тортилган линиялардаги блокировка деярли назорат қилиб бўлмайди. Агар мобиль аппарат олисдаги базавий станциядан фойдаланаётган бўлса, ёки бошқа оператор ихтиёридаги қўшни каналдаги ташувчи томонидан блокланган бўлса, муаммо яна ҳам чигаллашади. Эҳтимол, частотали режани мувофиқлаштириб туриш бу муаммони ҳал қилишнинг яққо-яғона йўлидир.

Модуляция

GSMда фойдаланилаётган модуляция методи — GSMK (Gaussian Minimum Shift Keing — энг кам миқдордаги силжишнинг Гаусс манипуляцияси) дир.

Барча рақамли системалар сингари GSM ҳам CODECдан фойдаланади. Бундан мурддоо- нутқни дискретлашдир ва узатилаётган кодни сиқиш учун ортиқча нутқ афзалликларидан фойдаланиб, уни кодлашдир. Шунини таъкидлаш керакки, CODECлар кодлаштиришни нутққа мослагани учун улар маълумотларнинг аналогли сигналларига, яъни моделардан келаётган сигналлар сингари сигналларга «очиқ эмас». Мабодо ана шундай маълумотлар жўнатилаётган бўлса, CODECларни четлаб ўтиш лозим. Маълумотлар сигналлари учун тезликнинг куйидаги миқдорлари назарда тутилиши керак: 12 кбит/с (маълумотларнинг 9600 кбит/с-си), 6 кбит/с (маълумотларнинг 4800 кбит/с-си) ва 3,6 кбит/с (маълумотларнинг 2400 кбит/с-си) ва бундан ҳам камроғи.

CODECнинг кириш тезлиги — 8000 комбинация/С, буларнинг ҳар бири 13-бит PCM (Pulsed Code Modulation — импульсли код модуляцияси)дан ташкил топган. Булар чиқишда 13 кбит/с- га баробар бўлган овоз маълумотларнинг асосий тезлигига, ҳар бири 260 битга баробар бўлган импульсларнинг 20 мс пакетларига ўзгаради. Хатоларни тузатиш коди қўшилиши биланок, тезлик 22,8 кбит/с-гача кўпаяди. CODEC режими — Regular Pulse Excitation With Long-Term Prediction (PLE-LTP) дир. Бунга синхронлаштириш, сигнализация тўғрисидаги ахборот ва муҳофаза вақти интерваллари қўшилади. 2.30 расмда вақтинчалик слот структураси тасвирланган. Бу қўшилган битлар тезликни унинг «соф» миқдоригача, яъни 33,9 кбит/с гача оширади.

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

63

← Вақтинчалик слот →

(3)	(58 бит)	(26 бит)	(58 бит)	(3)	(8.25)
TB	M	TS	M	TB	GP

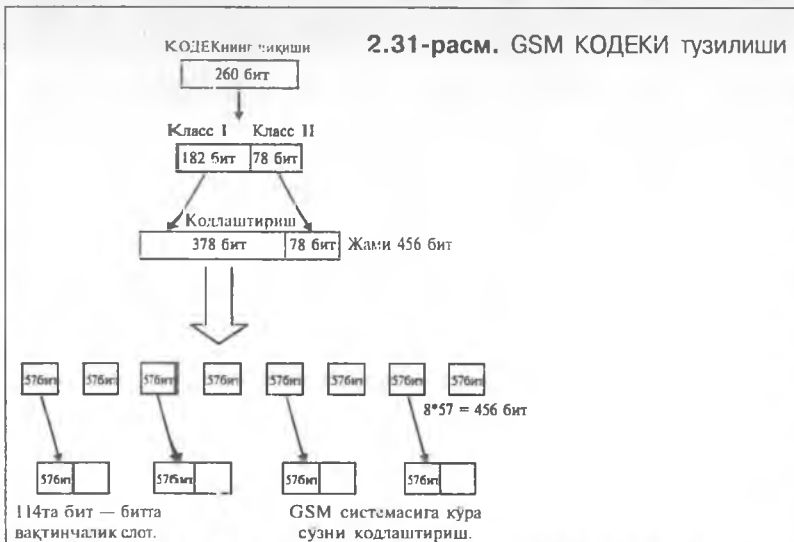
Бу ерда: TB — четдаги битлар
 M — хабар
 TS — тестлайдиган кетма-кетлик
 GP — муҳофаза даври

2.30-расм. Вақтинчалик слотнинг структураси.

Ҳозирги вақтда GSMда ярим тезлик нутқ CODECи жорий этилган. Ярим тезлик CODECи спектрал самарадорликнинг муҳим қисмидир ва уни икки барабар оширади. Тажириба шундан далолат бериб турибдики, кодлаштириш тезлигини D-AMPS CODECгача пасайтиришга уришларда эҳтиёт бўлиш керак.

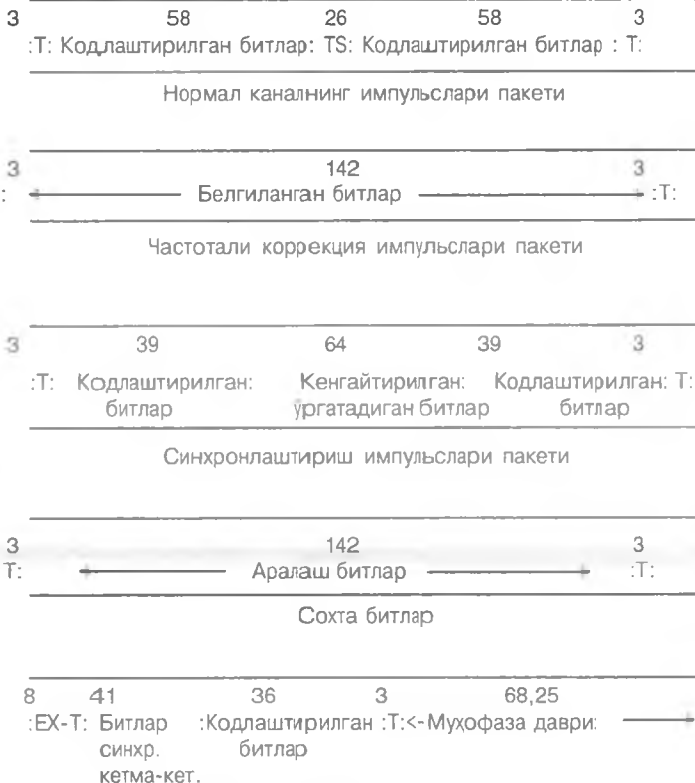
GSMда батареялар зарядини сақлашда узилма узатиш (DT)дан фойдаланилади. Бунда овозни аниқлайдиган қурилма шу тахлитда ишлайдики, нутқ бўлмаганда узатиш узилиб қолиши мумкин. Шундан кейин CODECнинг чиқиш сигналига жуфтлик битлари қўшилади ва 2x57 бит сўзлари билан вақтинчалик слотлар вужудга келади (2.31-расм).

2.31-расм. GSM КОДЕКИ тузилиши



УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

Codes ning чиқиш сигнали якуний ва тайёрлаб қўйилган битлар билан биргаликда вақтинчалик слотда узатиладики, мазкур битлар вақтинчалик ахборотни «суғуриб олиш» учун фойдаланилади. Бу вақтинчалик ахборот узатиш каналини моделлаштириш учун шу тариқа фойдаланиладики, пировардида тегишли тенглаштиришни қўшиш мумкин бўлсин. Канал тўғрисидаги ахборотдан ташқари, вақтинчалик слотда бошқа маълумотлар ҳам бўлиши мумкин (2.32-расм).



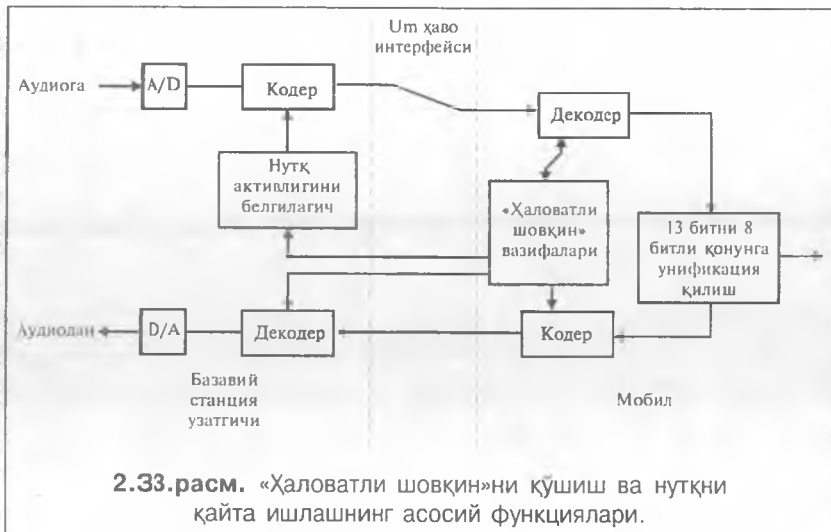
Кириш импульслари пакети

T=четдаги битлар; Ex-T=кенгайтирилган четдаги битлар

Шуни таъкидлаш зарурки, юқорида санаб ўтилган ҳар бир фрейм (кириш импульслари пакетидан ташқари) учун 8,25 бит муҳофаза даврини қўшиш лозим.

2.32-расм. Вақтинчалик слот шакллари

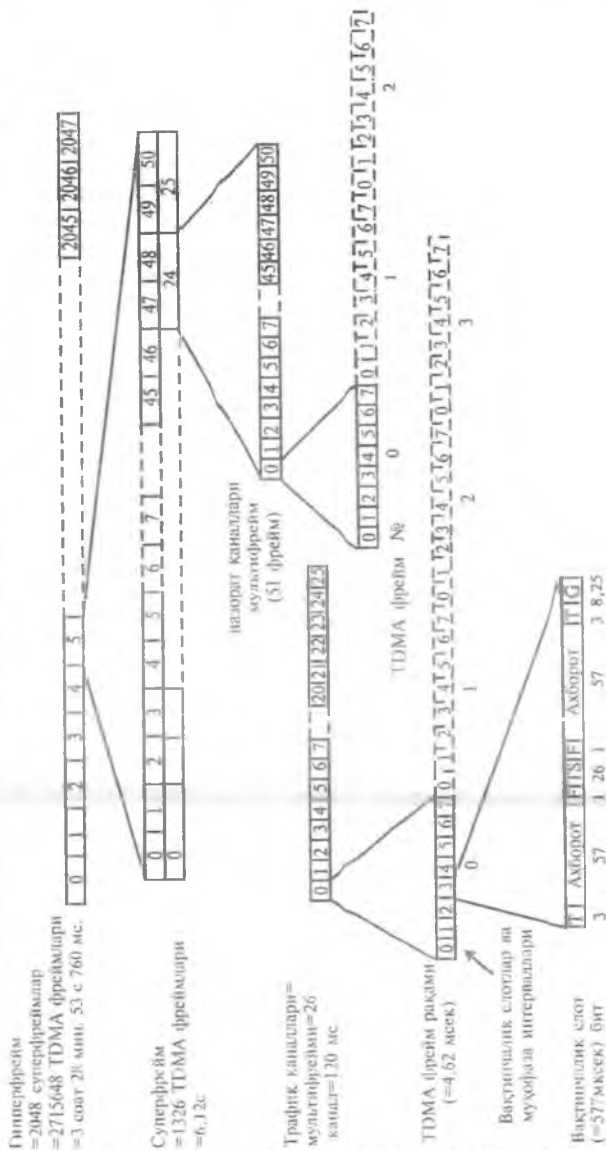
Киришнинг импульсли пакети — бу мобиль аппаратнинг системага кириши учун биринчи марта носинхрон уриниши учун фойдаланидиган маълумотларнинг қисқартирилган пакетидир. Частотали коррекция импульслари пакети частотанинг кескин ўзгариши учун йўл-йўриқлар узатади. Шу нарса аниқландики, узатувчи узиб қўйилган вақт давомида содир бўладиган тинчлик даври мобиль мижозни хавотирга солади, шу боисдан ҳам ана шу даврда «ҳаловатли шовқин»ни қўшиш лозим бўлади. 2.33-расмда «ҳаловатли шовқин» қўшиш, шунингдек, GSM КОДЕКСида нутқни қайта ишлашнинг асосий функциялари кўрсатилган.



Нутқни қайта ишлаш «ҳаловатли шовқин»ни қўшишни ўз ичига олади. Нутқ сигнали аввало, D/A конвертери орқали ўтиб, кейинчалик кодлаштирилади. Кодекда эса овоз активлиги йўқ бўлган вақт оралигида сигналнинг узлуксизлиги хусусида таассурот вужудга келтириши учун «ҳаловатли шовқин» қўшилади.

GSM фрейми структураси

GSM фрейма структурасининг асосий компоненти сифатида вақтинчалик слотдан фойдаланилади. Фрейм саккизта вақтинчалик слотдан ва муҳофаза интервалларидан ташкил топгандир. Ҳар бир канал



2.34-расм. GSM фрейм структураси

ахборотнинг 148 бити ва муҳофаза вақти (узунлиги 8,25 бит) ташкил топгандир, шунинг учун каналнинг якуний узунлиги 156,25 бит ёки 0,577 мсга баробардир. Фреймадаги саккизта вақтинчалик слот фрейманинг 217 фрейм/с тезлигини вужудга келтирадиган 4,62 мсдан иборатдир.

Фрейм структураси (2.34-расм) мултифреймлар (26 трафик ёки 51 назорат канали)дан, суперфреймлар (1326 фрейм) ва пировард оқиба-тида 2048 гиперфрейм (2048 суперфрейм)дан иборат. Фрейм номери (рақами) шифрлаш жараёнида қўлланилади.

Маълумотларни узатиш

GSM қўллаб-қувватлаётган маълумотларни узатиш тезлиги 3,6; 6 ва 12 кбит/сга баробардир. Узатишнинг икки режими мавжуд бўлиб, булар «тиник» ва «нотиник» номлари билан маълум.

«Тиник» режимда маълумотлар доимий тезликда узатилади ва хатоларни тузатиш (коррекция) FEC (хатоларнинг дастлабки коррекцияси) имкониятлари билан чеклангандир. Маълумотларни узатиш тезлиги радио шовқинлар ёки атроф-муҳит шовқинлари билан қопланмайди ва маълумотлар шу тариқа узатиладики, гўё улар икки сим орқали сқаётгандек (яъни усул «тиникдир» ёки радиомуҳитни «кўрмайди»). Хато FEC томонидан тузатилишининг иложи бўлмаган «нотиник» муҳитда FECга қўшимча тарзда автоматик ўтказиш (ARQ) сўрови жўнатилади. Бу режимда узатиш тезлиги линия сифатига боғлиқ тарзда ўзгаради, бу сифат радио муҳитда хилма-хил бўлиши мумкин. Импульсларнинг хато пакетлари улар тўғри қабул қилингунига қадар жўнатиб турилаверди.

Алоқа линияларининг яхлитлиги

Йўқотишлар ва муваффақиятсиз чақирувлар анаогли уяли алоқанинг ажралмас қисмига айланди. GSMда бу соҳадаги ўсиш, йўқотилган чақирувлар ва интерференцияни камайтириш билан бир қаторда алоқа линиялари иш қобилиятини анча модернизациялаш билан кафолатланди. Шундай таомиллар (процедуралар) мавжудки, улар йўқотилган чақирувларни қайтадан тиклашга имкон беради. Чақирувлар сифати мобиль аппарат томонидан ҳам, базавий станция томонидан ҳам назорат қилиб борилади. Бошқарув таркибига канал ичидаги интерференция ва қўшни каналлар интерференцияси кирадики, булар бит хатолари

бузилиши билан ва даражалар билан ўлчанади. Қўшни базавий станциялар билан Hand-off, ҳатто, чақирувларни ортиқча зўриқтириш асосида коммутатор билан ўрнагилиши мумкин.

Кодлаш, узатишда йўл қўйилиши мумкин бўлган хатоларни илғаб олиш ва тузатиш учун қилинади. Кодлаштиришнинг учта жараёни бор. Блокли кодлаштириш хатоларни осонлик билан идентификация қилишда қўлланилади. Шундан кейин «йиғиштириш» жараёни бошланади, бунда кодга 227 бит қўшилади ва бу хатоларни тузатишга имкон беради. Шундан кейин маълумотлар алмашинади, бундан муддао — уларни импульс пакетлари бўйлаб тақсимлашдирки, оқибатда индивидуал (шахсий) импульслар пакетлари хатоларини тузатиш мумкин бўлсин. Шундан кейин қайта ишланган код шифрланади. Бундан муддао — нутқнинг махфийлигини кафолатлашдир ва ниҳоят бу 2.35-расмда шу кўрсатилганидек канал форматада кодлаштирилади.

Жисмоний ва мантикий каналлар

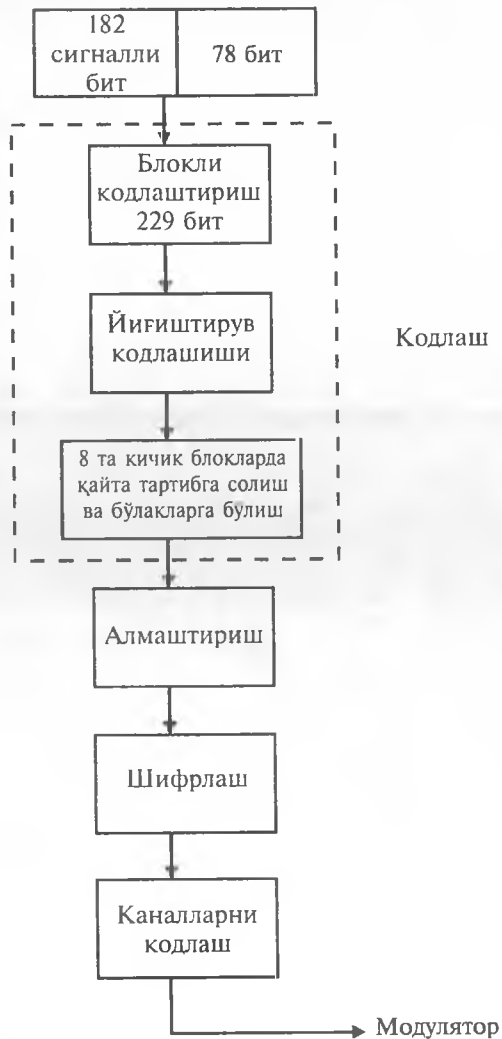
GSMда вақтинчалик слотлардан (ҳар бир фреймда 8 тадан канал) «вакиллик» қиладиган жисмоний каналлар билан вақтинчалик слотда мавжуд бўлган мантикий каналлар ўртасида тафовут бор. Илгари таъкидлаб ўтилганидек, вақтинчалик слотлар таркибида трафикнинг икки канали учун маълумотлар бор. Трафикнинг бу каналлари мантикий каналлар деб аталади.

Бошқа мантикий каналлар таркибига радио эшиттириш каналлари (BCN), синхронлаш каналлари (SCH), назорат радио эшиттириш каналлари (BCCH), қидириш каналлари (саҳифама-саҳифа очишга) ва киришни тақдим этиш (AGCH) каналлари киради.

Синхронлаш

GSM юксак вақтинчалик талабларни ўртага қўяётгани учун, 0,05 зарра/млн. стабиллик билан синхронлаштиришнинг эталон частотасини ҳосил қилаётган частотанинг таянч генератори билан системанинг қисми «қаттиққўллик» билан синхронлаштирилиши зарур, айти пайтда тармоқнинг барча компонентлари ана шу частота билан синхронлашуви ҳам лозим. Мобиль аппарат синхронлашнинг ана шу частотасини базавий станциядан олади.

КОДЕКНИНГ ЧИҚИШИ



2.35-расм. Кодлаш ва шифрлаш жараёни.

Кўпнурли тарқалиш

Кўпнурли тарқалиш рақамли уяли алоқа учун кўп қийинчиликларни вужудга келтиради. Бу айниқса мобиль аппаратлар тез юрадиган поездларда (тезлиги 300 км/соат бўлганида) қўлланилганда сезилади. Бу синхронлаш ниҳоятда системали бўлиши кераклигини билдиради. GSMнинг ҳар бир вақтинчалик слотида синхронлашнинг 20 бити ишлатилади. Бу эса сигналнинг кўпнурли тарқалиши коррекцияси учун зарур бўлган ўткинчи функцияни ҳисоблаб чиқишга имкон беради. Синхронлаштириш имкони бўлмоғи учун маълумотларнинг ҳар бир пакети бошланишида тайёргарлик импульслари пакети уланади. Бу эса кўпнурли тарқалишни 16 мксга қадар ушлаб қолишга мослаштиришга имконият беради.

GSM системаси тўғрисида

GSM системасининг жорий этилиши аналогли эквивалентга нисбатан қатор модернизацияларни ривожлантириш заруриятини туғдирди. GSMнинг комплекслиги шуни англатадики, бошқарув ва техникавий қўллаб-қувватлаш учун яна ҳам мураккаброқ ПЮни ишлаб чиқиш зарур. Ускунанинг хатоларини аниқлаш диагностикаси яна ҳам «синчковроқ» ва ишончлироқ бўлиши лозим.

Янги тез ҳаракат қиладиган, диапазони кенг AGC (Автоматик кучайтириш назорати) системалар ишлаб чиқилдики, булар динамик амплитудалари 100 дБ бўлган маълумотлар қисқа пакетлари талаб этадиган зарур жавобни тез беришга қодирдирлар.

Модомики, қувват кучайтиргичининг оддий модели GSMни тез тўйинтириш учун зарур бўлган линияликка эриша олмас экан, бир қанча янги квазилиниялик моделлар ишлаб чиқилди.

GSMнинг амалдаги тармоғи ускунанинг учта алоҳида платформа-сидан ташкил тоғади, деб кўрилиши мумкин. Бу платформа аналогли системалар билан биргаликда дастлабки иккита платформадан фойдаланади. Булар коммутатор ва БСдир. Айни пайтда учинчи платформа маълумот базаларини қамраб олган компьютерлардан иборатдир. Компьютер қисмлари HLR (уй мижозлари регистри), AUC (аутентификация маркази) ва EIR (ускунани идентификациялаш регистри)ни ўз ичига оладики, булар GSM тармоғи маълумотларининг базалари деб аталади. Системанинг бу қисмлари кўпинча, системали ахборот мутахассисла-

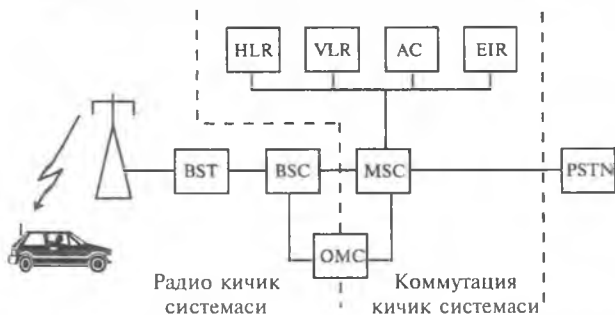
ри гуруҳлари томонидан шу тахлитда яратиладики, то улар ҳар қандай ишлаб чиқарувчиларнинг коммутаторлари билан ишлай олсин.

Бир қанча ҳолларда бош коммутатор (истак бўлганида) бир ёки бир нечта HLR, AUC, VLR ёки EIRларнинг вазифаларини бажарилишини таъминлаши мумкин. Масалан, AT&T 5ESS коммутатори ана шу вазифалардан айримларини ёки ҳаммасини бажариши мумкин. Аслида 5ESS сифими 1 млн. порт бўлган, ажратиб қўйилган HLRдек конфигурацияда бўлиши мумкин. Кичик системалар учун у барча тўртта вазифани бажариши ва айни вақтда MSC (коммутация мобиль маркази) қобилиятини сақлаб қолиши мумкин.

GSMда хабарларни жўнатиш вазифаси ҳам компьютердаги асосий вазифалардандир. Уларнинг таркибига қисқа хабарлар маркази (SMSC) ва уяли хизмат радио эшиттириш маркази (CBSC) киради. Аслини олганда, OMC (техникавий қўллаб-қувватлаш ва эксплуатация маркази) ва OSS (операторга хизмат кўрсатиш маркази) ҳам компьютер базасидаги системалар бўлиб, булар етказиб берувчи системадан мустақил тарзда ишга солиниши мумкин. Аммо, шунини таъкидлаш керакки, системанинг ана шу қисмлари учун стандарт интерфейслар йўқ. Шу боисдан ишлатувчи томонидан тузилган буюртма интеграция зарур бўлади.

GSM терминологияси

Системанинг қисмларини баён этадиган терминология (атама)ни стандартлаштириш — GSMни спецификациялашнинг зарур қисмидир. GSMнинг кўпмиллатли табиати аслида ягона кенг қамровли лугатдан фойдаланишни зарур қилиб қўйди. Ана шу терминологияни ўрганиш системанинг бундан буёнги муҳокамаси учун зарурдир. 2.36-расмда терминлар қўлланилиб, GSM системасининг тузилиши кўрсатилган.



2.36-расм. GSM системасининг тузилиши

GSM «интеллектуал тармоқ» (INs) тармоқнинг учта асосий базасига бўлинади:

- SMS (хизмат кўрсатишни бошқариш системаси), у ПО юкламасини, тармоқ самарадорлиги ёзувларини, трафикни бошқаришни, мижозларни рўйхатга олиш ва уларнинг ҳуқуқларини назорат қилади.
- SSP (хизматларни коммутациялаш нуқтаси), у зарур хизматларни белгилайди ва ушбу хизматлар коммутациясини назорат қилади.
- SCP (хизмат кўрсатишни назорат қилиш нуқтаси), у маълумотлар базаларини бошқариш системасидирки, бу система чақирув жараёнида қилинган буюртмаларни текширади.

Қуйида GSM тармоғи кичик системаларининг функционал қисмлари санаб ўтилган:

- MSC (мобиль коммутация маркази). MSC коммутацияни ва системанинг аксарият жараёнларини назорат қилади. MSC айти пайтда ҳам локал, ҳам транк коммутатор бўлиши лозим. Коммутация кичик системасининг бошқа компонентлари шу тариқа лойиҳалаштирилганки, улар коммутатор қисмлари ё жисмоний айрим объектлар бўлиши керак. Эҳтимолки, MSC даставвал PSTN коммутатори сифатида лойиҳалаштирилар; унинг асосий вазифалари транк коммутатор учун талаб этиладиган вазифаларга монанддир. MSCни БСнинг бир нечта назоратчилари назорат қилиб туради.
- HLR (уй мижозлари регистри)да мижозлар тўғрисида доимий ёзувлар бор ва у маълумотлар базаларининг асосий фойдаланувчисидир. Эксплуатация ва техникавий қўллаб-қувватлаш маркази (ОМС) орқали унга тўла кириш мумкин. Одатда бу регистрнинг сифими 100 000 дан тортиб 500 000 гача мижозга мўлжалланган. HLRда, шунингдек, мижознинг ҳар куни қаерда бўлиши тўғрисида ҳам янги ёзувлар бор. HLR MSC/ULR билан баланд тезликдаги MAP-интерфейс билан боғланган.
- AUC (Аутентификация маркази). Бу ерда мижозлар кириши учун "аутентификация" параметрлари ҳамда система ва мобиль аппарат ўртасидаги маълумотлар алоқаларини кодлаш учун шифр калити шаклланади.
- EIR (ускунанинг идентификациялиги регистри). Бу регистр мазкур мобиль станцияларнинг базасидир ва идентификациялаш вазифаларини адо этади. У ваколат олмасдан тармоққа киришга уринишларни аниқлайди ҳамда ваколати бўлмаган ускуналар-

дан фойдаланишни назорат қилади. Эксплуатация ва техникавий қўллаб-қувватлаш маркази (ОМС) EIRга тўла кириши лозим.

- VLR (меҳмон мижозлар регистри). Бу мижозларнинг вақтинчалик маълумотлар базасидир. У локал (HPLMN) мижозлар учун ҳам, роуминг мижозлар учун ҳам фойдаланилади. VLR HLR мижозлари билан маълумотларни экстенсив айирбошлаб туради. MSC VLRга чакирувнинг ҳар бирини аниқлашда мурожаат қилиб туради ва шунинг учун MSC ҳамisha тегишли VLRга эгадир. MSC ва VLR ўртасида жадал сигнализация ишлаб туради. Шунинг учун ҳам одатда улар аралаш бўлади. Кўпинча VLR коммутатор билан интеграция қилинади.

Ускунанинг идентификациялиги регистри (EIR)

EIR — барча мобиль станциялар регистридир (қарама-қарши SIM - карта сингари). Унда халқаро мобиль станциялар идентификацияси (IMEI) бор. Булар ускунанинг серияли рақами ва тасдиқланган типдаги коддан иборат. Барча EIR — регистрлари EIR марказий регистрига кира олади. У эса бу ахборотни бутун тармоққа ёйиши мумкин. Шундан кейин мобиль аппаратлар қуйидагича уч гуруҳга бўлиниши мумкин:

- Барча ўғирланган телефонларнинг қора рўйхати.
- Халақит бераётган ва алоҳида диққат-эйтиборни талаб этадиган мобиль аппаратлари киритилган кулранг рўйхати.
- Барча тасдиқланган аппаратлар кирадиган оқ рўйхат, у фақат тегишли тарзда тасдиқланган аппаратларга кафолат беришда фойдаланилади (бу аппаратлар системага киради).

EIRнинг «эшиги» ҳар бир ОМС учун очкидир. EIR MSCга CCS №7 MAP-интерфейс орқали улангандир. EIR одатда компьютерга асосланган стандарт платформадир. У AUC билан қўшилиши мумкин.

Сигнализация ва интерфейсни таъминлаш

GSMнинг аксарият сигнализациялари CCS№7 — сигнализациянинг умумий канали системаси № 7 дан фойдаланиб бажарилади. У мобиль илова (MAP)нинг қисмидир. MAP таомиллари MSC, VLR ва HLR ўртасидаги сигнализация учун фойдаланилади. MAP орқали кириш мумкин бўлган системалар асосан, маълумотлар базасидир ва одатда кириш савол ва жавоблар базасида амалга оширилади. Шу мақсадда система лойиҳачилари зарур булган 64 кбит/с линияларига киришга кафолат беришлари лозим. Уз навбатида MAP таомиллари ҳам бўлиниши мумкин.

Асосий қўллаб-қувватлаш хизматлари

Чақирувни аниқлаш, шу жумладан, кидирув жараёнига жалб этилган асосий қўллаб-қувватлаш хизматлари хавфсизлик таомиллари MSCнинг мобиль ва handover (қайта улаш) категориялари MAP (мобиль илованинг қисми) томонидан қўллаб-қувватланади. Уларнинг айримлари қуйида баён этилган.

Улашни белгилаш

MAP (мобиль илованинг қисми) мижоз тўғрисидаги маълумотларни қидиришни қўллаб-қувватлайди. Чақирув/улашни белгилаш учун VLRга хизмат кўрсатиш, категорияни аниқлашга (яъни келаётган чақирувларга ижозат бор) сўров учун аутентификация юборилади. Келаётган сўровлар учун HLR жорий VLR ва MSCни кўрсатиши зарур (уларда ушбу лаҳзада мобиль аппарат қайд этилган бўлади). VLRда, шунингдек, IMST (халқаро мобиль мижознинг идентификациялиги) рақами ҳам бор, рақам ҳамиша ҳам мижознинг телефон рақами билан бир хил бўлиши шарт эмас.

Киришни бошқариш

Кираётган қўнғироқ рўйхатга олинганидан кейин VLR аутентификацияни амалга ошириш учун мижоз ҳақидаги маълумотларни сўрайди ва улашга ижозат бериш олдида TMSI тайин этилади.

BS (BSC) назоратчилари ўртасида қайта ёқиш (handover)

Базавий станциялар назоратчилари контроллерчилар ўртасида қайта ёқишни MSC тартибга солиб туради. У BSCдан келаётган қайта ёқиш мезонлари тўғрисидаги жараён олди ахборотидан фойдаланади (шуни таъкидлаш зарурки, BSC ичида қайта ёқиш (handover)ни BSCнинг ўзи назорат қилади).

MSC ўртасида қайта ёқиш

Баъзан hand-off икки MSC ўртасида амалга оширилиши талаб этилади. Бу ҳол содир бўлганида, биринчи MSC чақирув қайта устидан назоратни қўллаб-қувватлайди, лекин мижоз ҳақидаги маълумотлар

VLRга жўнатилиши керак. Агар мижоз учинчи MSCга қараб юраётган бўлса, (роуминги бор), биринчи MSC чақирув устидан назоратни иккинчи MSCга ўтказади. Айни вақтда янги VLR мижоз ҳақидаги маълумотларни олиши керак.

Мижоз томонидан фаоллаштириладиган хизматлар

Чақирувни бошқа мижозга ўтказиш, конференц-алоқа воситалари, паролни қайта ишлаш (махсус хизматлар учун) сингари мижоз фаоллаштирадиган хизматлар ҳамда мижозлар билан HLR ва мобиль станция ўртасидаги бошқа уланишлар MAP (мобиль илованинг қисми) томонидан қўллаб-қувватланади.

«Қисқа хабар» хизмати

«Қисқа хабар» хизмати қисқа хабарларга хизмат кўрсатиш маркази (SMS-C) томонидан назорат қилинади. У қисқа хабарларни сақлайди ва бошқа PLMNларга нисбатан транзит марказ сифатида шу хабарларни жўнатади ва шундай марказ бўлиб туради. SMS-C X25 ёки CCSN№7 протолидан фойдаланиб, Gateway MSC линияси билан уланади. Аммо, VLR ва MSC интерфейсидан меҳмонларга ёки меҳмонлардан жўнатилаётган хабарлар MAP томонидан қайта ишланади.

Агар роуминг имкониятларидан фойдаланиш назарда тутилаётган бўлса, бу ҳолда MSC ОКC №7 сигнализация бир-бири билан уланади. PSTN йўналиши бўйича ОКC №7 сигнализация бўлиши шарт эмас. Лекин унга мойиллик бор, чунки бу ҳолда GSM ISDN (интеграциялашган хизматнинг рақамли тармоғи) имкониятларидан тўла фойдаланиш мумкин.

Операцияларни қўллаб-қувватлаш системаси (OSS)

OSS — бу марказлашган назоратчидир, у одатда стандарт компьютер платформасига асосланган бўлиб, бу платформа тармоқ ишини марказлаштиради ва битта ОМС томонидан назорат қилинади.

GSMдаги OSS системанинг ажралмас қисмидир. Унинг таркибига қуйидаги қисмлар қиради: қайта ишловдан кейинги маълумотлар системаси (DPPS), SIMS (PCS) учун шахсийлаштирилган марказ, махфийлик бошқармаси маркази (SMC), тармоқ бошқаруви маркази (NMC) ва Техникавий қўллаб-қувватлаш ва эксплуатация марказлари (ТЭМ) — ОМСs.

(DPPS) маълумотларни қайта ишлаш системаси

GSM пайдо бўлишига қадар, биллинг системаси уяли тармоққа жуда катта қўшимча бўлган эди, у биллинг бўйича мутахассислар компанияси томонидан бошқарилган. GSM концепцияси, маркетинг модуллари ва мижозларни қўллаб-қувватлаш билан бир қаторда GSM системасида биллинг структурасини бирлаштирадики, булар илғор биллинг системаларининг қисмларидир.

DPPS таркибига қуйидаги вазифалар киради:

- счётлар ва инвойслар
- мижозлар маъмурияти
- ҳисоб-китоблар, кредит назорати, қарзларни тўлаш ва уларни бошқариш
- SIM карталарини бошқариш
- сотув ва маркетинг хусусидаги ахборот
- тарифларни қўллаб-қувватлаш

MSC ва биллинг системаси ўртасидаги интерфейс X.25 протоколдан фойдаланади. Чақирувлар (CARs) бўйича ҳисоб-китоблар ёзуви диска ёки лентага одатда нусхалари билан биргаликда ёзиб борилади. Бу юмуш, кам деганда сўнгги бир неча кун учун улаш линиялари бузилиб қолиш ҳолларини ҳисобга олиб бажарилади.

SIMS (PCS) учун шахсийлаштирилган марказ

SIMS-карта GSM тармоғи махфийлиги учун бош омилдир. Сохта карталар чиқаришнинг олдини олиш учун ниҳоятда жиддий эҳтиёткорлик тадбирлари қўрилди. PCS таркибига ана шу карталарни гавдалантиришнинг автоматик тарзда бошқарув системаси киради. Бу системада лазерли нақшлаш PIN/PUK ҳарфлари сифати ва уларни чиқариш текшириб борилади.

Хавфсизликни бошқариш маркази (SMC)

SMC кодлаштириш, маълумотлар генерацияси ва тақсимланиши, шунингдек, асосий калитларнинг янгиланишини назорат қилиб боради. Бу ўринда тармоқнинг бошқа қисмлари билан махфий уланишлар, шу жумладан, аутентификация маълумотларнинг бутунлиги ва махфийлиги назорат қилинади.

Тармоқни бошқариш маркази (NMC)

NMC таркибида PLMN-конфигурациясига (Ер устидаги жамоат Мобиль тармоғига доир) ахборот ва глобал тармоқ маълумотлари бор. Бу ерда тармоқ бўйича статистика генерацияси ва бошқарув вазифалари амалга оширилади. NMC, шунингдек, трафик ва тармоқ реконфигурацияси назоратини амалга оширади.

Техникавий қўллаб-қувватлаш ва эксплуатация маркази (OMC)

GSMнинг ҳар бир системаси ёки кичик системаси ҳузурда OMC марказлари бор. Мазкур системалар тармоқ устидан, шу жумладан, авария сигнализацияси устидан кузатиш вазифаларини, трафик ва юк-ламалар назоратини, хатолар тўғрисида ҳисоботлар статистика маълумотларини йиғиш ва таҳлил этишни, инвентаризацияни назорат қилади, тармоқнинг маъмурий вазифаларини назорат қилиб боради.

Қўлчилик энг йирик операторлар, биринчи кунлардан бошлабоқ, иккита система етказиб берувчи билан ишлашга қарор қилдилар. Бунга эҳтимол етказиб бериладиган системаларнинг хавфсиз бўлиши сабаб бўлгандир ёки турлича маҳсулот билан иш устида дурустроқ тажриба орттириш ҳаракатида бўлишган. Бундай ёндошувнинг ўз муаммоси ҳам бор.

GSMнинг очиқ спецификациялари даражаси ниҳоятда чекланган ва A, MAP ва Um — интерфейс учунгина ҳақиқийдир. Бунинг маъноси шундаки, исталган коммутатор бошқа ишлаб чиқарувчининг BC назоратчисини назорат қилиши мумкин. Аммо, базавий станциянинг назоратчиси фақат ишлаб чиқарувчи фирманинггина BC ускунасини бошқариши мумкин.

OMC, ўз-ўзидан маълумки, GSMнинг очиқ спецификацияси қисми эмас, бу эса операция муаммосига олиб келади. Бу муаммонинг моҳияти шундаки, биттадан кўпроқ товар етказувчидан фойдаланаётган системаларда OMC кўп бўлиши керак. Bundespots (Германиядаги PSTN оператори), — иккита ускуна етказиб берувчи билан алоқа қилади, — бу муаммони OSS (операцияларни қўллаб-қувватлаш системаси) жорий этиш билан ҳал қилди, мазкур система ишлаб чиқарувчига боғлиқ бўлган OMC билан ҳамкорлик қилади ва бир марказдан туриб OMCнинг аксарият функцияларига киришни амалга оширади. OSSнинг қиймати ёки икки OMC билан ишлашнинг моҳияти шундаки, кичик системалар учун битта ишлаб чиқарувчи билан ишлашни давом эттириш бу ўринда энг яхши маслаҳатдир.

“Bundespots” OSS — икки ОМСни бирга боғлаб турган жуда жўн қурилмадир. OSSда DPPS — қайта ишлашдан кейинги маълумотлар маркази бор. У шунингдек, мижозлар маъмурияти биллинг ва инвойсининг тўловлар ва кредитларни бошқариш, SIM бошқаруви, GSM маълумотлари тарифлари ва жадвалларини қўллаб-қувватлашни, сотувни уюштиришни бошқаришни, маркетинг ва сотувлар тўғрисидаги ахборот функцияларини амалга оширади. SIMS учун шахсийлаштирилган марказ SIMS маҳсулотини тўла-тўқис автоматлаштириб, буюртмалар жараёнларини SIM-карталарни жисмоний назоратини, уларнинг автоматик тарзда ишлаб чиқарилишини ва сифат кафолатини назорат қилади. HLRда сақланаётган мижозлар параметрлари OSSга киритилади. Гарчи Bundespots OSS марказлашувининг алоҳида намунаси бўлса-да, бошқа OSSларнинг ҳам умумий кўриниши шунга ўхшашдир.

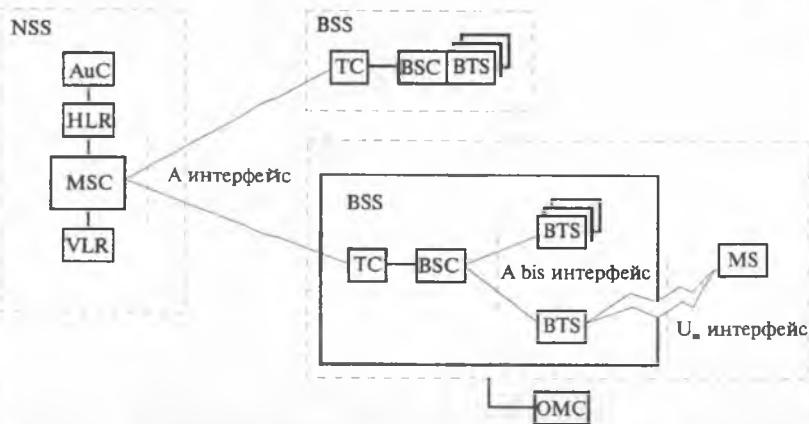
Базавий станциялар кичик системалари (BSS)

БС кичик системалари локал базавий станциялар тармоғини белгилайди, ушбу станциялар А-интерфейс деб аталмиш GSM “очиқ спецификаси” бир нечта интерфейсларининг бирида ишлайдилар. Ана шу даражада ҳар қандай ускуна етказиб берувчи BSSнинг ҳар қандай бошқа ускуна етказиб берувчи MSCси билан ўзаро боғланиши амалга оширилади. BSS функцияларини кузатиб борадиган ва назорат қиладиган ОМСнинг аниқ ишлаб чиқарувчисини яхши билиш зарурдир. Бундан муддао — у BSSни тайёрлаган ишлаб чиқарувчи томонидан тайёрланган бўлишини таъминлашдир. BSS структураси 2.37-расмда кўрсатилган.

BSS назоратчилари AT&T системасида бўлганидек, зарур даражада параллел конфигурацияланганида, ПО BSS резерв назоратида янгиланиши мумкин. Айни пайтда навбатдаги чақирувлар фаол назоратда қайта ишланади.

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

79



NSS: Тармоқнинг кичик системаси **TC:** Транскодер

BSS: Базавий станцияларнинг кичик системаси

OMC: Эксплуатация ва техникавий қўллаб-қувватлаш маркази

MSC: Мобиль мижозлар коммутацияси маркази

AuC: Аутентификация маркази

BSC: Базавий станция назоратчиси **HLR:** Уй мижозлари регистри

BTS: Қабул қилувчи-узатувчи БС **VLR:** Меҳмон мижозлар регистри

RSS: Кичик радио система

2.37-расм. BSS структураси.

Транскодер

Транскодер А-интерфейс учун талаб этиладиган тезликни 64 кбит/сга ўзгартиришни таъминлайди. У ҳаво интерфейси маълумотларини қайта ишлайди. Булар 13 кбит/с — нуққ билан ёки 3,6/6/12 кбит/с маълумотлар билан бўлиши мумкин ҳамда транскодер уларни 64 кбит/сга ўзгартиради.

Транскодер BTSда жойлашиши ёки ундан олисда бўлиши мумкин. Бу ҳолда у аралаш бўлади. Лекин бунинг унчалик аҳамияти йўқ, чунки у алоқанинг оддий ўтказиш линиясидир. Агар транскодер BTSда жойлашган бўлса, бу ҳолда «Abis-интерфейс» 64 кбит/с да ишлайди. Транскодер олисда бўлса, бу ҳолда «Abis-интерфейс» линияси таркибида транскодер ва канал кодери ўртасидаги операциялар учун назорат битлари бўлади. Ушбу линия 16 кбит/сда ишлаши мумкин, шу тахлитда 4 канал битта 64 кбит/с-каналга зичлашуви мумкин. Бундан олисдаги БС узун транкли маршрутда ишлаётганда тежаш мақсадида фойдаланилиши мумкин.

БС (BSC) назоратчиси

БС назоратчисининг биринчи даражали функцияси — чақирувларни қўллаб-қувватлашдир. Ҳар бир BSC бир нечта БСни бошқариши мумкин. Булар эса аралаш бўлиши ва бўлмаслиги мумкин. MEда фойдаланаётган BTS сигналининг даражаси назорат қилинади ва мобиль аппарат энг яқин BTSнинг BCCH (радио эшиттириш назорат каналлари)ни сканация қилади, бундан муддао — унга узатиш учун ажратилмаган вақтинчалик слотлар мобайнида сигнал даражасини аниқлашдир. Бу даражалар мобиль станция томонидан қайтадан БС назоратчисига муттасил (назорат канали билан боғланган ACCH да тахминан ҳар ярим секундда) жунатиб турилади. Бундан мақсад handoffнинг зарурлиги тўғрисидаги масалани ҳал этишдир. Дарҳақиқат, базавий қабул қилувчи-узатувчи станциялар ўртасидаги мобил вариантлар назоратчи томонидан назорат қилинар экан, қарор коммутарорга мурожаат этмасдан қабул қилиниши ва бажарилиши мумкин. БС назоратчиси Um қувватининг даражасини назорат қилади ва шу даража тўғрисида қарор қабул қилади.

Назоратчининг миқёси ишлаб чиқарувчи фирмага боғлиқ. Масалан, "Ericsson" фирмасининг БС CME 201 назоратчиси 512 та уяси бўлган 256 тагача станцияни назорат қилиши мумкин. БС назоратчиси handover қайта улаш вазифасини назорат қилиши мумкин экан, бу ҳолда катта назоратчилар BSC-MSC -(мобиль хизмат коммутацияси маркази) сигнализациясини энг кам миқдорга келтиришда афзалликларга эгадир.

Кичик системалар учун контроллер (назоратчи) MSC билан аралаш бўлиши мумкин. Қоида тариқасида BSC ва MSC ускунасида кўпгина муштарак хизматлар бор, шунинг учун аралаш ишлатилганида резерв қисмлардан яна ҳам самаралироқ фойдаланилади. BTS ва BSC ўртасидаги узатиш 16 кбит/с тезлигига эга бўлиши мумкин, бунинг учун транс-кодерлар BSCда жойлашган бўлиши зарур.

BSC ичида қайта улаш (handover) фақат контроллер ҳаракатлари билан ташкил этилади, ҳолбуки BSC ўртасидаги қайта улаш (handover) MSC жалб этилади, у қайта улаш учун мўлжалланган уялар рўйхатини олади ҳамда мобиль станцияга қайта улаш (handover) тўғрисида йўриқ-лар бериш зарурати ҳақида негиз БСга йўл-йўриқ кўрсатади.

BSC ОМС учун қуйидаги ўлчовларни бажаради:

- Банд бўлган TCH (трафик каналлари)нинг ўртача сони
- Трафик каналларининг зўриқиб ишлаш вақти
- BSS ичидаги уялар ўртасидаги кираётган handover сони,
- BSS ичидаги уялар ўртасидаги чиқаётган hand-off сони,
- handover BSS сони,
- киришга уринишнинг умумий сони,
- бирор-бир давр учун SDCCH (якка ажратилган CCH)ни эгаллаб олишга уринишлар сони,
- SDCCHнинг зўриқиб ишлаш вақти,
- банд бўлган SDCCHнинг ўртача сони.

Базавий қабул қилиш-узатиш станцияси (BTS)

BTS радио-қабул қилувчи-узатувчилардан бирлашган ускуна ва антенналардан baseband section — частоталарнинг базавий полосалари секцияларидан (бу секциялар бошқа функциялардан ташқари частотанинг кескин ўзгаришини назорат қилади) ҳамда олисдаги БС контроллерига Avis-интерфейсдан иборат (агар бу қўлланилаётган бўлса). Ай-тиш керакки, Avis-интерфейс очиқ спецификация эмас ва аниқ ишлаб чиқувчига боғлиқдир.

BTSдан назорат қилинадиган бошқа функциялар қуйидагилардир: тезлик адаптацияси, каналларни кодлаш, кетма-кетлаш, шифрлаш (шифрларни очиш, TDMA фреймларини бундёд этиш, агар фойдаланилаётган бўлса, антенналарни ёйиш, сигнал даражасини кузатиб туриш, тарқалиш ушлаб қўлиниши ўрнини босиш учун вақтни тенглаштириш ва частотанинг кескин ўзгариши).

BTS «тушиш-ўрнатиш» (Интерфейс радиоузатув) алмашлаб улагичи билан жиҳозланиши мумкин. Бу эса BTSни бошқа BTSлар учун транзит нўқта сифатида фойдаланишга имкон беради.

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

BTS 2.2-жадвалда кўрсатилган спецификацияларга мосдир. БС узатгичлари 20Вт қувватга эгадир. Одими 2дБдан бўлган ТХ узатгичи қувватни назорат қилиш функцияси ОМСга БС нуруланишининг эффектив қуввати (ERP)ни назорат қилиш имконини беради.

2.2-жадвал. BTSнинг асосий спецификациялари.

Параметр	Спецификация
Частота	900МГц(1800 МГц)
Каналнинг эни	200 кГц
Қабул қилишнинг сезгирлиги	104 dBm дан камроқ

БС талаб этаётган частотанинг аниқ стандартлари рубидий осциляторидан ташкил топган (кўпинча ортиқча резерви билан) RGM (таянч генератор модули) билан таъминланади.

«Қуйи/юқори» уялар

BTS қуйи/юқори уяларни қўллаб-қувватлаши мумкин, бу эса бир станциянинг уяларига турлича радиусларда ишлашга имкон берадики, биз бу ўринда ERP ҳар бир уяни алоҳида-алоҳида назорат қилишини таъкидлаб ўтишимиз керак. Уяга яқин ишлаётган мобиль аппаратлани қуйи уя, олисдаги шундай аппаратларни эса юқоридаги уя назорат қилади.

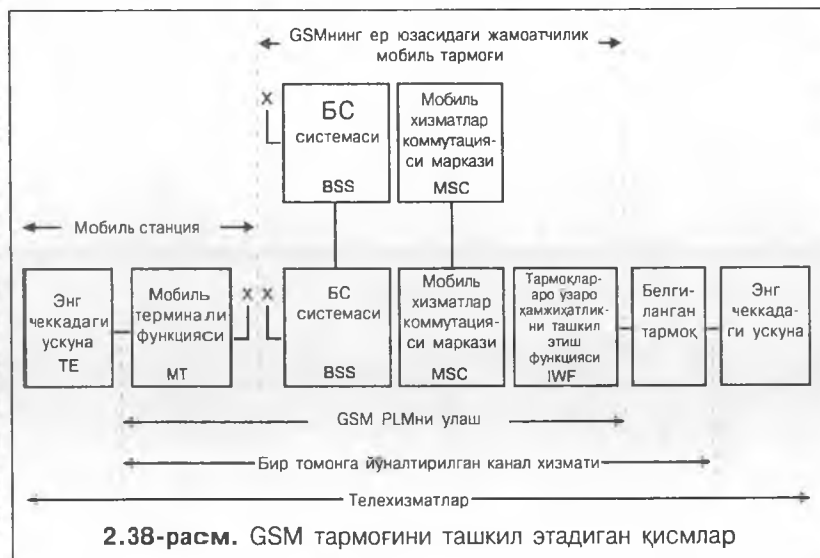
Тармоқнинг конфигурацияси

Тармоқ бир нечта системалардан иборат. Кенг маънода оладиган бўлсак, система БС системаларига коммутаторлар ва PSTN системаларига бўлиниши мумкин. Гарчи улар иложи бўлган конфигурациялар комбинациясида кўрсатилган бўлса ҳам, лекин, масалан, оператор барча системани битта бинода жойлаштириши мумкин.

GSM тармоғи 2.38. расмда кўриниб турганидек, функционал қисмларга бўлинади. GSMнинг PLMNи (ер юзасидаги жамоатчилик мобиль тармоғи) MSC (мобиль ускуна марказлари), BSS (базавий станциялар системалари) ва PSTNга уларнинг интерфейсидан ташкил топади. Бу тушунча аналогли тармоқ концепциясига монанддир. Бундан ташқари, GSM PLMN алоқасини белгилайди. Бу алоқа эса аслида тармоқ ва ҳаводаги интерфейсдан иборат бўлади.

Бир йўналишдаги канал хизмати мобиль аппарат йўналишига қараб ҳам, ундан чиқадиған йўналишга қараб ҳам ишлатилиши мумкин, шунингдек, PSTNнинг одатдаги мижозини ҳам жалб этиши мумкин. Шу боисдан ҳам ҳаводаги интерфейсдан “PSTN-мижоз” интерфейсига қараб хизмат сифатида белгиланиши мумкин.

Телесервис, PSTNга асосланганми ёки ер юзасидаги линияларга асосланганми, бундан қатъи назар, мижоздан-мижозга хизмат қилади.



2.38-расм. GSM тармоғини ташкил этадиган қисмлар

Частотанинг кескин ўзгариши

GSMнинг базавий станциялари — тижорат бюджетидаги ҳарбий спецификалари билан биргаликдаги замонавий лойиҳалардир. GSM системаси рўпара келган муаммолардан бири частотанинг кескин ўзгаришини таъминлаш бўлган эди. Частотанинг бундай ўзгаришини 8 канал учун ҳар бир BTS қабул қилувчи=узатувчиси бир вақтнинг ўзида бажариши лозим бўлган. Частота ўзгаришининг соф тезлиги секунди-га 1700 га баробардир.

Бу уя ичидаги частотанинг кескин ўзгариши, дисгармония (ноуй-унлик) бўлмаслиги учун ростлаб турилиши лозимлигини англатади.

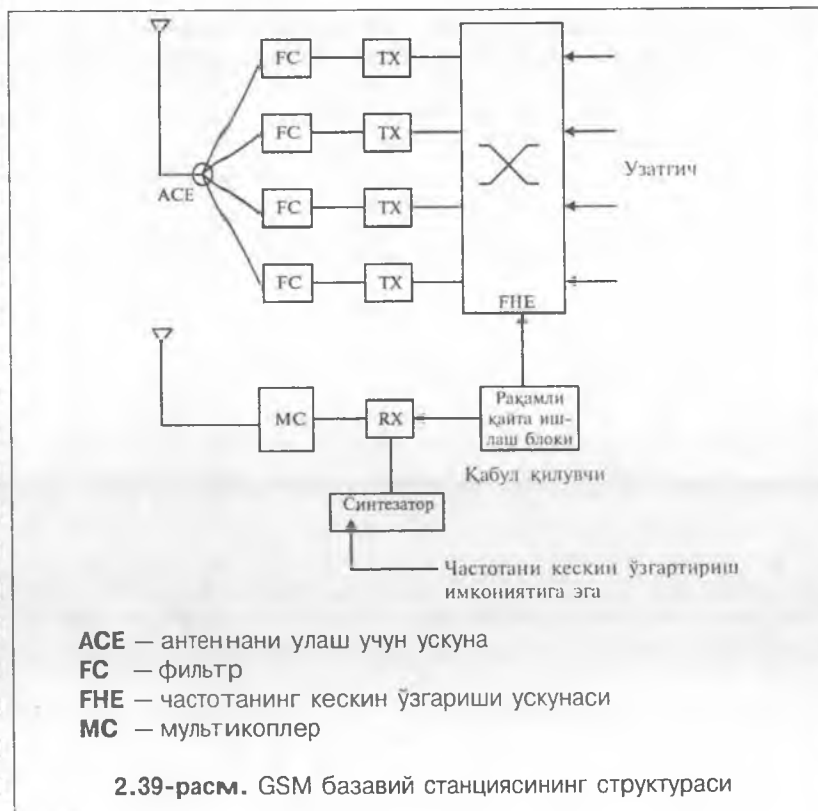
Аммо халақитлардан химояланишни яхшилаш учун қўшни уялардан кетма-кетлик атайлаб тузатилмайди (корреляция қилинмайди).

Частотанинг кескин ўзгариши ёйиш чоғида бўлганидек, фойдага (ютуққа) олиб келади. Бунинг маъноси шундаки, турли частоталар турлича кўпнурли тарқаладилар ва уларнинг ўчиб бориши турлича структурага эгадир. Агар вақтнинг исталган лаҳзасида сигналнинг озгина улуши ўчишига эришилса, частотанинг кескин ўзгаришига кафолат берилиши мумкин. Ортиқча кодлаштириш ва хатоларни тузатиш йўқотилган маълумотлар битларини тўла-тўқис тиклашга олиб келади.

Биринчи фаза ускунасида базавий станциялар учун частотанинг кескин ўзгариши мажбурий бўлмаса-да, мобиль станциялар учун зарурдир. Бунинг боиси шундаки, мобиль аппарат частотанинг ўзгаришини адо этмоқ учун еттига фойдаланилмаган вақтинчалик слотлар афзалликларидан фойдаланиши мумкин бўлсада, БС бу ишни катта тезликда бажариши лозим. Частотанинг ўзгариши ҳар бир каналда 217 марта/с тезликда, ҳар бир 4,615/мс орқали содир бўладиган частота ўзгариши билан юз беради. Соф натижа эса бит хатоларининг энг яхши тезлиги ва интерференциядан энг яхши химоядир.

Буюртма микросхемалар

Радиочастоталарда частотанинг кескин ўзгариши туфайли юксак тезликларга эришиш мумкин бўлса, лекин бу осон эмас. Ҳозирги кунда энг мақбул ечимлардан бири — маълумотлар оқими коммутацияси чоғида БС каналларини белгилаб қўйишдир. БС структураси 2.39-расмда кўрсатилган. БС кўлами кўп жиҳатдан буюртма микросхемаларга боғлиқдир. Булар — махсус микросхемалар ва ПО маҳсулотидир. Шу туфайли GSMни жорий этиш ниҳоятда қимматга тушади.



Ўрнашган жойини қайд этиш

GSM тармоғи жойлашган жойнинг бир нечта географик зоналаридан иборат. Ана шу зоналар ичида мобил аппаратларни, уларнинг ўрнашган жойини аниқлаш учун BCCH (радио эшиттирувчи назорат канали) эшитиб туради. Ўзгаришлар содир бўлганида, мобил аппарат LUR га (ўрнашган жойни янгилаш суровини) беради. У мобил аппаратини янги ўрнашган ерида қайд этади. Демак, гарчи мижоз базаси ҳар бир жойда доимо янгиланишга муҳтож бўлса-да, ушбу база назорат доирасини сақлаб қолиши мумкин. Агар мобил аппарат бошқа VLR қўллаб-қувватлаётган зонага кўчадиган бўлса, бу ҳолда VLR мобил

мижознинг (MSRN) янги Роуминг номерини беради. Шундан кейин HLR мобиль мижознинг янги MSRNи тўғрисида ахборот олади. VLR MSCнинг жорий ўрнашган ери тўғрисида HLRга ахборот бериши ва шундан сўнг MSRN MSC ва HLR ўртасида фойдаланилиши мумкин. Муайян вақт оралиқларида мобиль аппарат даврий регистрация (PR)ни таъминлаш учун сўралиши мумкин, бундан мақсад унинг ўрнашган жойи ва статуси (мақоми) тўғрисидаги файлни янгилашдир.

GSMнинг ва эҳтимол, келажакдаги барча рақамли системаларнинг ўзига хос хусусияти шундаки, БС эмас, худди ана шу мобиль аппарат майдон кучланиши тўғрисида маълумот беради. Рақамли системалар актив слотлар ўртасидаги бекор туриб қолиш (кутиш) вақтидан бошқа мақсадларда фойдаланиши мумкин. Ана шу вақт оралиқларида мобиль аппарат қўшни каналларни сканация қилади.

Рақамли бир томонга йўналтирилган канал хизматлари

GSM ISDNда бўлганидек, қоидаларга кўра, рақамли хизматларни қўллаб-қувватлаши мумкин. ISDN концепцияси «овоз каналлари» улаш линияларининг иккита 64 кбит/с (булар В-каналлар деб аталади)ини олиш учун ўрамали жуфтлик стандарт кабелидан фойдаланади, унга сигнализация учун D-каналининг яна битта 16 кбит/с-си қўшилади. Оддий аналогли телефондан ISDNга мижоз модернизацияси икки улаш линияси ва канал сигнализациясини беришини билдиради.

Дарҳақиқат, GSM канали диапазонининг эни тўла ишламаётган кабелга нисбатан жуда чеклангандир. Шу боисдан ҳам эквивалент структура фақат битта В-канал (у Вm-канал деб аталади)ни тавсия этади. Бу эса, нутқ учун 13 кбит/с ни ёки маълумотлар учун 12 кбит/с ни ташкил этади. Паст тезли маълумотлар учун (тезлиги 382 бит/с бўлган) битта D канали (у Dm канали деб аталади) ярайди. Одатда D канали қисқа хабарлар учун фойдаланиладики, бу ўринда у нутқий канал билан биргаликда ишлатилиши мумкин.

Гарчи бу хизмат бир томонга йўналган канал хизмати деб аталса ҳам, шуни ёдда тутиш зарурки, маълумотларнинг паст тезлик (кўпи билан 9600 кбит/с) бу хизматни фақатгина паст тезлик маълумотларни узатиш билан чеклаб қўяди. Агар улаш шовқинли муҳитда содир бўлса, бу тезлик ҳам анча камаяди.

Қўллаб-қувватланиши мумкин бўлган хизматлар куйида санаб ўтилмоқда.

PSTN билан тармоқлараро ўзаро ҳамжихатликни ташкил этиш

- Маълумотларни узатишнинг носинхрон тезликлари
300, 1200, 1200/75, 2400, 4800 ва 9600 бит/с
- Маълумотларни узатишнинг синхрон тезликлари
1200, 2400, 4800 ва 9600 кбит/с

Пакетларни коммутациялаб маълумотларни узатиш тармоқлари билан тармоқлараро ҳамжихатлик

- Маълумотларни узатишнинг носинхрон тезликлари
300, 1200, 1200/75, 2400, 4800 ва 9600 бит/с
- Маълумотлар узатишнинг синхрон тезликлари
2400, 4800 ва 9600 кбит/с
- 12 кбит/с чекланмаган рақамли оқимдир, ушбу оқим альтернатив (муқобил) нутқда фойдаланилиши мумкин.

Мазкур тезликлар тиниқ коммутациядан фойдаланилишини тақозо этади. Агар «нотиниқ» коммуникациялар талаб этилгудек бўлса, бу ҳолда узатишнинг энг кўп тезлиги 4800 кбит/с билан чекланиб қолади.

Ушбу стандартлардан фойдаланиб, алифбо-рақамли хабарлар, телеклар, учинчи гуруҳ факси (узоқ давр мобайнида тўртинчи гуруҳни қўлаб қувватлашнинг иложи бор) ва электрон почта хизматларини қўлаб-қувватлашнинг иложи бор.

Киска хабарлар

Қиска хабарлар мобиль аппаратда бошланиб ва унда яқунланиши мумкин, уларнинг энг кўп узунлиги 160 символга баробар. Бу хизматни истиқболли пейжинг хизмати деб қараса бўлади. У мобиль аппарат узиб қўйилганида хабарларни сақлаб туради ва уланганида миждозга юборади.

Ушбу хизмат у билан боғланган пейжинг бюросига эга бўлиши назарда тутилмоқда, бу бюро эса, ҳозир қабул қилинган пейжинг сервисига мос тарзда хабарларни етказиб бериши мумкин.

Киска хабарларни уяларга жўнатиш

Хабар марказий уяли гуруҳи бўлган барча мобиль операторларга жўнатилиши мумкин. Булар орасида трафик тўғрисидаги ахборот, уяли хизматларни янгилаш тўғрисида ва энг ачинарлиси огоҳлантирувчи тижорат ахбороти бўлиши мумкин. Бу мобиль тасдиқлаш эмас ва бундай хабарнинг энг кўп узунлиги 93 символга (рамзга) баробардир. Од-

дий радио эшиттириш хизмати бўлган ана шу хизмат бирор-бир махсус имзога эга эмас.

«Киска хабар» хизмати

GSM PSTNдан 140 та алифбо-рақамли символ бўлган қиска хабарларни юбориш имкониятига эгадир. Бу хизмат сақлаш ва коммутаторга қайтадан йўналтириш имкониятидан фойдаланиб, у 24 соат мобайнида фойдаланилмаган хабарларни автоматик тарзда суриб қўяди.

Бошқа қўллаб-қувватланадиган хизматлар

Учинчи гуруҳ факси ва имкониятга қараб тўртинчи гуруҳ факси, шунингдек, авария пайтида махсус кириш кодлари ҳамда ҳисоблаб чиқилган харажатлар юзасидан фойдаланувчига дарак бериш қобилияти қўллаб қувватланади.

Иккинчи фаза ва унинг оқибатлари

GSM иккинчи фазасининг спецификаси куйидагиларни назарда тутди: 1800 МГц диапазонда ва 900 МГц кенгайтирилган диапазонда операциялар, O&M (эксплуатация ва техникавий қўллаб-қувватлаш) спецификациясининг яқунланиши, операция тажрибаси негизида опционал тарзда қисқарадиган эвристика.

Қолдирилган ечимлар тез юрар поездларда фойдаланишни, GSMдан келажакда йўл-транспорт ахборот системалари учун фойдаланишни ҳамда GSMни бошқа ихтисослашган фойдаланувчилар учун мослаштиришни ўз ичига олади.

GSM мобиль аппаратлари

Мобиль аппаратлари, 2.3.-жадвалда кўрсатилганидек, уларнинг қуввати даражаларига кўра классификация (тасниф) қилинади. Шуни эсда тутиш керакки, гарчи бир қарашда аналогли мобиль аппаратлар билан қийёслаганда бу қувватлар баландроқ туюлса-да, TDMA структурасининг ўртача қуввати ана шу рақамларнинг саккиздан бир қисмига баробардир. Шунинг учун ҳам айрим ишлаб чиқарувчилар биринчи класс тоифасидаги мобиль аппаратларни сотадилар, деб тахмин қилиш мумкин.

RBS (базавий станция радиоси) назоратидаги мобиль станцияси, 2 дБ номиналида назорат қилинадиган, пастга одими 20 мВгача бўлган RBS чиқиш қувватига эга бўлиши мумкин.

2.3-жадвал. Мобиль аппаратлар таснифи

Мобил аппаратлари		Қувват даражалари
1-класс	Автомобилда ёки портатив	20 Ватт
2-класс	Автомобилда ёки портатив	8 Ватт
3-класс	қўлда	5 Ватт
4-класс	қўлда	2 Ватт
5-класс	қўлда	0,8 Ватт
6-класс	қўлда	0,4-0,6 Ватт

Мобиль аппаратлар шундай ясаладики, улар фаза ва частотанинг ички синхронланиши допллер силжишини 250 км/с гача сезади ва уянинг энг катта радиусини 30 км.га тенг бўлишини таъминлайди. Бу чеклаш аслида чеклаш эмас, чунки мобиль аппаратларнинг сезгирлиги жуда заиф, сигнални 30 км.дан олисга ҳам узатишни таклиф этади. Кучайтиргич коэффицентлари юқори бўлган, йўналтирилган антенна-лари бўлган, белгилаб қўйилган аппаратлар бундан мустаснодир.

Мобиль аппарат учун бир қанча мажбурий функциялар борки, улар SIM-карталардан фойдаланишни ва SIMдан ваколатли фойдаланишни тасдиқлаш учун воситалардан (PIN рақами воситасида) фойдаланиш-ни қамраб олади.

Мобиль аппарат уланиши биланоқ дарҳол ўзининг уясидаги PLMN (HPLMN)га киришга уринади. Мобиль аппарати ўзи қайси тармоқда қайд этилганини доимо аниқлаб боради ва бошқа қайси тармоқларга кириш мумкинлигини белгилаб туради. Фойдаланувчи ўзининг мобиль станцияси билан тармоқнинг қайси операторини танлаб олиш имко-ниятига эга бўлади.

Терилган рақам дисплейда нурланиб туради ҳамда клавишларнинг энг кам набори (теришлиши) 0-9, *, # ва +.ни қамраб олади. Халқаро тармоққа киришни белгилаш учун "+"дан фойдаланилади. Мижоз шу боисдан турли мамлакатларда фойдаланиладиган кириш кодларини эслаб қолиш ёки қаердадир сақлаш заруратидан холи бўлади.

Агар хизматлар қаторига номерни автоматик тарзда қайтадан те-риш ҳам киритилган бўлса, бу ҳолда такрорий уринишлар сони чеклан-ган бўлади.

Опционал (шарт бўлмаган) функциялар ишлаб чиқарувчининг их-тиёри билан фойдаланилади. Куйида назарда тутилаётган айрим хиз-матлар рўйхати баён этилмоқда:

- Маълумотлар интерфeyси
- Қисқартирилган (аббревиатура) набори
- Класс тоифасига асосланган чиқувчи қақирувларни таъқиқлаш (масалан, барча қақирувлар, барча шаҳарлараро қақирувлар ёки барча жалқаро қақирувлар)
- Handsfree-операциялари
- Сигнал даражасининг индикаторлари ва бит хатолар коэффи-циентининг индикаторлари
- Қиска хабарларни ёритиб чиқариш учун экран.

Узилма узатиш (DTX) факат овоз ёки маълумотлар жўнатилаётган-дагина кўчма кўл аппарати узатиб туришига кафолат беради. Узилма қабул (DRX) гуруҳли қидирув функциясидан фойдаланади, бу функция эса приёмникка вақтнинг 98 фоизига қадар қувватдан паст фойдала-ниш циклининг резерв режимда туришга имкон беради. Актив қувват-ни назорат қилиш функцияси (у чиқиш қуввати 30 дБдан ортиқ бўлган, қувватни одими 2 дБ назорат қилади) қувват сарфини тежаш билан бир қаторда интерференцияни энг паст даражага туширади.

Фоя қуйидагича бўлган эди: GSM мобиль аппаратларининг тижорат йўли билан маъқулланган типини ишга тушириш графиги тигиз бўли-ши лозим ва шу боисдан айрим ишлаб чиқарувчилар оралиқ тип ечими-дан фойдаланишни таклиф қилдилар. Бугун Европа миқёсида ечим-ларни узаро эътироф этиш талаби туфайли муаммо пайдо булди. Узаро эътироф этиш таомиллари (процедуралари) хали ҳам тўла-тўқис тай-ёр эмас, шунинг учун ҳам оралиқ типнинг ечими улар узаро эътироф этилади, деб ишонишга асосланган. Бу эса техника ва сиёсатнинг бир-бири билан мураккаб тарзда чирмашиб кетишига оид бир мисолдирки, бундай чирмашиб кетиш GSMнинг ажралмас қисмидир.

Киришни назорат қилиш

Ўзининг аналогли эквиваленти сингари GSM ҳам мижозларнинг бир нечта классига эгадир (2.4-жадвал). Бу классификация одатдаги хизмат кўрсатишда фойдаланилмайди. Лекин алоҳида ҳолатларда тар-

моқ операторига киришни назорат қилиш имконини беради. Кириш класслари уядан-уяга активлашиб бориши мумкин. Бу вазият талаб қилгудай бўлса, зўриқиб ишлаётган уяларни динамик реконфигурация-сини амалга оширишга имкон беради.

2.4-жадвал. GSM мижозларининг класслари

Класслар	Тайинлаш
0-9	TMSI тайинлаганига асосланиб, бу класслар рисоладагидек мижозларга тасодифан ажратилади
11-15	Бу класслар авария хизмати, хавфсизлик хизмати ва DLMN штати сингари юқори нуфузли фойдаланувчиларга ажратилади
Авария кўнғироқлар	Барча фойдаланувчиларга, ҳатто авария номерларининг чекланган сонига кириш учун аслида IMSIси бўлмаганларга ҳам ижозат берилган/берилмаган

SMART- карталар

GSM мобиль аппаратларининг янги функцияси —бу smart ёки SIM —карта (мижознинг идентификация модули)дир. Бу карта фойдаланувчига уни GSMнинг ҳар қандай мобиль аппаратида кўйиш ва ундан шахсий сифатида фойдаланиш имкониятини беради. Жисмонан, SIM-карталар икки турли бўлади. Картанинг бири стандарт кредит карточаси ҳажмидадир ва кўп жиҳатдан шунга ўхшаш вазибаларга мўлжалланган-дир; Биринчисининг 1/4 ҳажмига эга бўлган (25мм x 15 мм) иккинчи карта мобиль аппаратида ярим перманент ҳолатида туриш учун мўлжалланган. Агар кичик картадан кредит карточаси сифатида фойдалангудек бўлса, уни нотўғри ўрнатиш балки осонроқ бўлур эди.

Smart-кارتанинг афзаллиги шундаки, фойдаланувчи телефон учун эмас, балки кўрсатилган хизмат учун ҳақ тўлайди. Ҳар бир smart-картадан исталган телефонда фойдаланиш мумкин, шу боисдан ҳам фойдаланувчи бемалол ҳаракатланиши мумкин. Ушбу картага жо бўлган ахборот GSM ва PLMNнинг исталган тармоғида фойдаланувчини идентификациялаш учун етарлидир.

PIN номери қўшимча хавфсизлик ва карта билан тармоқ ўртасида интерактив ҳамда ижозат олмадан фойдаланишни камайтирувчи тармоқ махфийлиги алгоритмини тақдим этади. PIN рақами SIM MEга кўйилганидан кейин ёки мобиль аппарат ҳар гал ёқилганида мобиль ускуна (ME) томонидан йўқланади.

PIN номери 4-8 рақамдан иборат. Ушбу номер фойдаланувчи томонидан исталган вақтда ўзгартирилиши мумкин. Сўров вақтида фойдаланувчи тўғри PINни беришда учта уринишга эгадир. Учта уринишдан кейин карта «ёпиб қўйилади», бундан мақсад фойдаланиши олднин олишидир. Қонуний фойдаланувчи картани «очиш учун» 8 рақамли шахсий PUK очувчи калитни киритади. Ушбу калит фойдаланувчига SIM-карта билан биргаликда берилиши мумкин ёки операторнинг ихтиёри билан SIM-карта ёпилмайдиган қилиб фойдаланувчига берилиши мумкин. PUKни киритиш учун фақат ўнта «одобсиз» уринишга йўл қўйилади, шундан кейин SIM-карта батамом ёпилади. Кимки таваккал қилмоқчи бўлса, PIN номери SIM-ни шахсийлаштириш вақтида ўчириб қўйилиши мумкин.

SIM-карта ягона IC га эга. У GSM ва DCS 1800 (PCN-версия GSM)нинг барча функцияларини қўллаб-қувватлаш билан бир қаторда анчагина резерв имкониятларга ҳам эгадир. Шу боисдан ҳам smart-карталарни келажақда кредит карталари, телефон карталари ва ID (идентификация) сифатида фойдаланиш имкониятини беради. Ҳамонки, картадаги маълумотлар линияда махфий тарзда модификация қилиниши мумкин экан, бунинг маъноси шундаки, функцияларни янгилаш амалдаги имкониятларни бекор қилиш ва янгиларини қўшиш осонлик ва кам харж билан амалга оширилиши мумкин.

Демак, SIM интерактив карта экан, у GSM тармоғининг айрим функцияларини сақлаши ҳам мумкинки, бу функцияларни қуйида санаб ўтамыз:

- Картада қисқа хабарлар сақланиши мумкин
- Қисқартирилган набор (алфавит рақам имконияти билан)
- 8 тагача афзал PLMNни қамраб олган рўйхат

Қисқа хабарларнинг ва қисқартирилган наборларнинг аниқ сони амалдаги SIM-карталарга боғлиқдир ва спецификация қилинмайди.

SIM карта таркибида иккита кодлаштириш алгоритми бор: булар ETSI стандартлари бўлмай, кўпроқ оператор томонидан белгиланади. Улар қаторига A3 аутентификация алгоритми ва A8 шифри калити, шунингдек, "Ki" аутентификация калити киради.

Бошқа сақланаётган ахборот таркиби қуйидагилардан иборат:

- BCCH ҳақида ахборот;
- киришни назорат қилиш ва SIM учун тайин этилган 15 та класс киришининг бири;
- таъқиқланган PLMNS (4 тагача);
- IMSI (мобиль мижознинг халқаро идентификацияси ва TMSI мобиль мижознинг вақтинчалик идентификацияси);
- Рухсат этилган хизматлар

Махфийлик (хуфёналик)

GSM мижозлар махфийлиги (хуфёналиги)нинг юксак даражасини тақриф этди, бу махфийлик мижознинг ҳақиқийлигини ҳамда овоз-маълумотлар узатишнинг хуфёналигини кафолатлайди. "Challenge Response Scheme" — «Чақирувларга жавоблар схемаси»дан фойдаланиб маълумотлар эфир йўлидан жўнатилади. У эса бир хилликни тасдиқлайди, гарчи бир хилликнинг ўзи сира эфирдан жўнатилмаган бўлса ҳам, тасдиқлайди.

Агар чақирув биринчи бор ўрнатилаётган бўлса, мобиль аппарат чақирувни TMSI (мобиль аппаратнинг вақтинчалик бир хиллиги) ёки IMSI (мобиль аппаратнинг халқаро идентиклиги) воситасида ўзини идентификация қилиши зарур. TMSI NSS томонидан тайинланади ва SIM-картага ёзилади. TMSI вақти - вақти билан VLR томонидан янгиланади. IMSI 15 рақамдан иборат, SIM-картада сақланади ва қуйидаги структурага эга:

MCC: Мамлакат коди

NMC: HPLMN коди

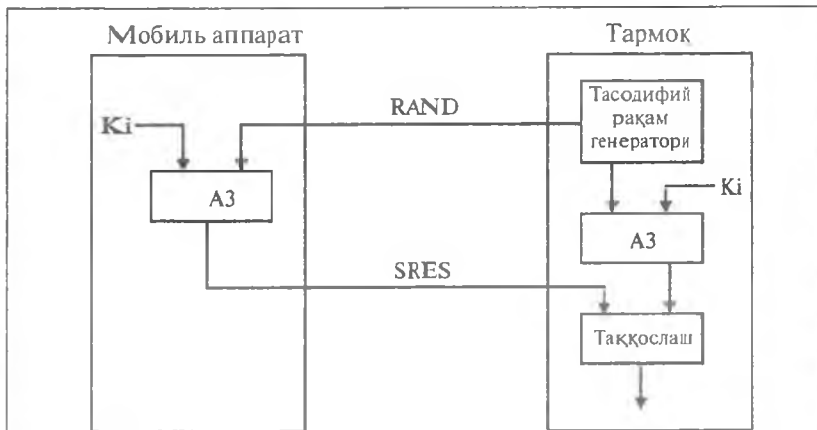
MSIN: HPLMNда мижозни идентификациялаш

IMSI махфий шаклда ва фақат бир марта жўнатилади. Тармоқ TMSIdан фойдаланишни афзал деб билади. Чунки бу фойдаланувчини идентификациялашни ҳимоя қилишга ёрдам беради, лекин мобиль аппарат биринчи марта ишга солинаётган бўлса, ёки унинг бошқа тармоққа роуминги бўлса, биринчи контакт (алоқа) учун у IMSIdан фойдаланиши зарур. Мобиль аппаратга дарҳол TMSI тайинланади, у эса бундан буён барча операциялар учун қўлланилади. Тайинланган TMSI фақат VLR учун ҳақиқийдир ва вақти-вақти билан ана шу VLR томонидан ўзгартирилиши мумкин.

Бундан ташқари, VLR LMSI — мобиль мижозининг локал идентиклигини беради. Асосан, бу мижоз маълумотларига киришни жадаллаштиришда фойдаланилади.

Тармоқ тасодифан ҳосил қилинган рақам (RAND) билан жавоб беради. Мобиль аппарат ана шу тасодифий рақамни олади ва А3 алгоритми ёрдамида қайта ишлайди. Бундан муддао, 2.40-расмда кўрсатилганидек, SRES деб аталган жавобни ҳосил қилишдир. Айни вақтда тармоқ худди шундай ҳисоблашларни бажаради. Сўнгра, тармоқ ҳисобкитоб қилади ва кейин кутилаётган жавобни амалдаги жавоб билан таққослайди. Таққослаш VLR нинг жорий PLMN иди бўлади.

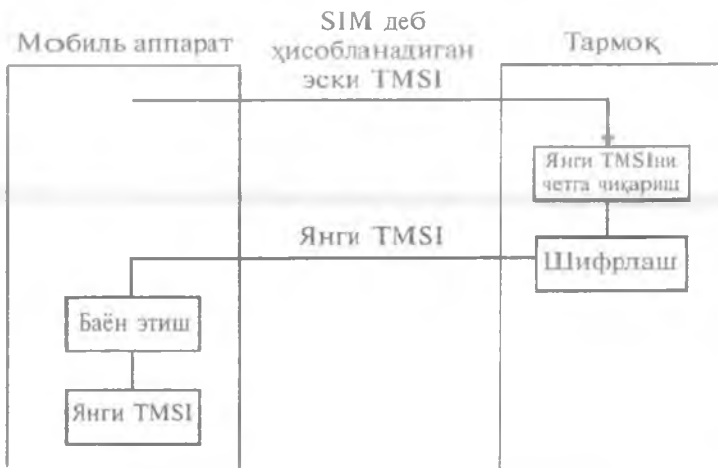
Операторлар шуни яхши ёдда тутишлари керакки, А3 алгоритмининг сирини очиш мушкул бўлмоғи учун нималар қилиш керак ва уни



RAND—тасодифий рақам

SRES—имзоланган жавоб

2.40-расм. A3 алгоритми ID мобилни аутентификациялаш учун чақирувга жавобни ҳосил қилади.



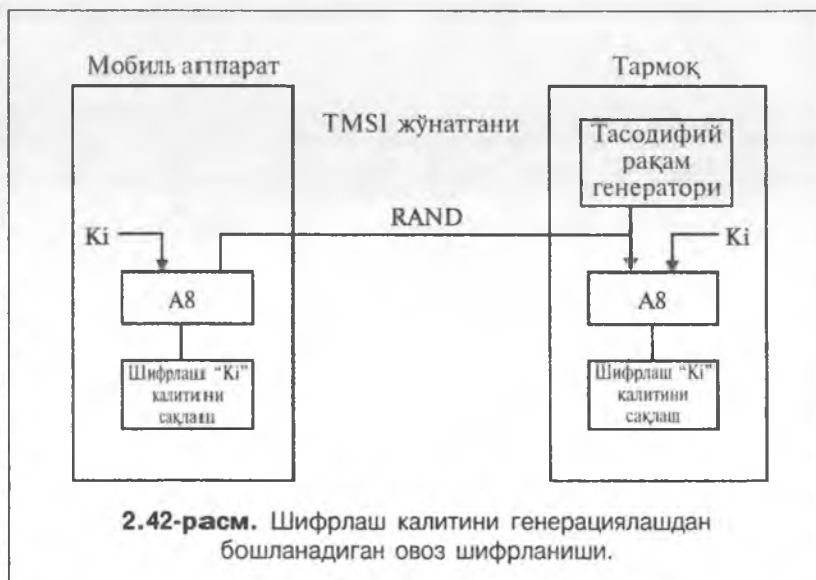
TMSI—Мижознинг вақтинчалик номери

2.41-расм. Мижознинг вақтинчалик номери ўзгариши.

хуфёна сақлаш учун нималар зарур, бунинг боиси шундаки, махфийлик унга асосланган. А3 бир нечта ETSI чеклашларига эгадир. Улар таркибига ҳисоб-китобнинг энг кўп вақти ҳамда маълумотлар (RAND 128 битга баробар ва SRES 32 битга баробар) оқими узунлиги киради.

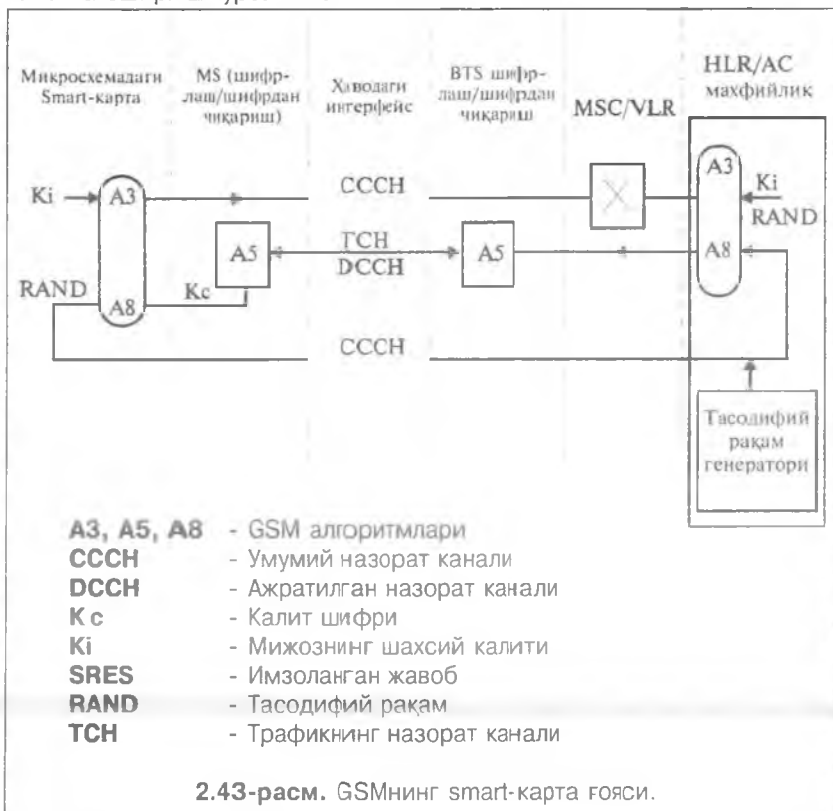
Мобиль аппарат билан тармоқ ўртасидаги операцияда IMSI ишлатилмасдан балки TMSI қўлланилади. Дастлабки аутентификациядан кейин мобиль аппаратга TMSI тайинланиши мумкин ва операторнинг йўриғига қараб вақти-вақти билан бу TMSI ўзгара олади. TMSIнинг ўзгариши 2.41-расмда кўрсатилганидек бажарилади.

Овозни кодлаштириш таомилининг биринчи одими "K_i" деб аталган кодлаштириш калитининг генерациясидир. Бу юмуш A8 алгоритмидан фойдаланиб бажариладики, мазкур алгоритмни ҳам оператор белгилайди. Купинча А3 ва А8 алгоритмлари бир-бирига монанд бўлади. Мобиль аппарати ўзининг TMSIси билан ўзини идентификация қиладди. 2.42-расмда кўрсатилганидек, жавоб тариқасида тасодифий рақам юборилади.



"K_i" шифрининг бу калити батамом, TDMA фрейм рақами билан биргаликда ишлатилади (бу фрейм Одан бошлаб 2715647гача бўлган

миқдорга баробардир ва ҳар 209 минутда такрорланади). Бундан мақсад шундаки, шифр коди кафолатланади. 2.43-расмда A5 алгоритмини амалга ошириш кўрсатилган.



PSTNдан келаётган кўнғироқлар

Ҳар бир мобиль аппарат ISDN номерига мос тушадиган, мобиль мижоз (MS-ISDN) ISDNси номери деб аталадиган телефонга эгадир. Ушбу номер мамлакат коди, тармоқ коди ва мижоз номерини қамраб олади. VLR мобиль аппаратга мобиль мижоз (MSRN) роуминг номерини тайин этади. Бу мобиль мижоз номери MS-ISDNга ўхшашдир.

PSTNдан келаётган чақирув энг яқин AMTS — GSM (GMSC) халқаро коммутация марказига йўналтирилади. Шундан кейин GMSC мижоз учун тегишли HLRни суриштиради ва унинг жорий MSCсини аниқлайди. Мижоз турган жойи тўғрисидаги ахборот LAI (Турган жой зонасининг идентификацияси)да бор. LAI куйидаги структурага эгадир:

MCC: Мамлакат коди

MNC: PLMN коди

LAC: Ўрнашган зонасининг коди, икки битли код

Ўрнашган жой ҳақидаги батафсил маълумот CGI (уяли глобал идентификация)да бор, у қуйидагилардан иборат:

LAI

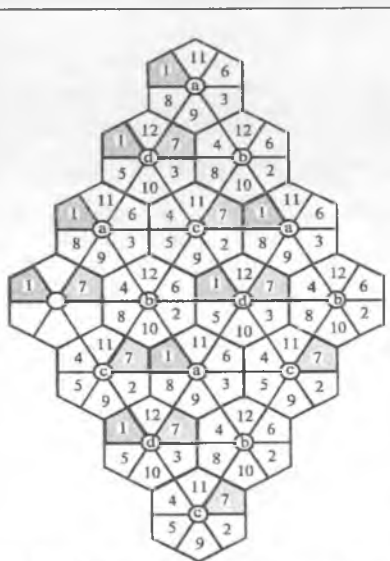
CI (LAIдаги уя номери (2 байт))

Шундан кейин чақирувни яқунлаш учун жорий MSCга жўнатилади.

Икки станцияда частоталардан такроран фойдаланиш

Ҳамонки, GSM базавий станция учун С/1 нисбати тахминан 9-10 дБга тенг бўлганида ишлай олар экан, бу ҳолда станциянинг конфигурациясига $n=3$ билан эришиш мумкин. Моторолла бундан ҳам олисга одим ташлади ва $n=2$ билан биргаликда уяли режасини тақдим этди (патент олди). 2.30. расмда тақлиф этилаётган режа кўрсатилган, бир қарашда у тўрт уяли структурага ўхшаб кетади (а, b, c, d уялари бор).

Синчиклаб назар ташлайдиган бўлсак, шу нарса аён бўладики, аслида спектр 12 гуруҳга бўлинган. Ҳар бир станция 6 гуруҳдан фойдаланади. Демак, $n=2$ га баробардир. Шунинг учун ҳам тўртта уя биргаликда 12 канал гуруҳининг ўзидан фойдаланишади. Лекин мазкур каналларнинг тўртта конфигурацияси мавжуд.



2.30-расм. Икки станцияда частоталардан такроран фойдаланиш.

Қўшимча хизматлар

Қўшимча хизматлар бундан илгариги аналогли системаларнинг функцияларидир. Ушбу хизматларни ўрнатишни стандартлаштириш шарт эмас, лекин халқаро роуминг учун SIM-картанинг тўла қувватидан фойдаланиш даркор бўлса, бу ҳолда ана шу хизматларнинг барчасига эга бўлмоқ маъқулдир. Бу бир тармоқдаги фойдаланувчига хизмат кўрсатишни активлаштиришга имкон беради; бу ўринда фойдаланувчи уйдаги PLMNда фойдаланишга монанд бўлган процедура (таомил)дан фойдаланади.

GSMнинг кучли жиҳатларидан бири шундаки, кўпдан-кўп қўшимча хизматлар бор ва улар тақлиф этилиши мумкин. Бу вариантларга хос бўлган мураккаблик таассуфки, GSMнинг заиф жиҳатидир. Бутун тармоқ бўйича стандартлаштириш бўлмаса, оддий мижознинг бу хизматлардан баҳраманд бўлиши ниҳоятда оз бўлади. Тақлиф этилаётган хизматлар ва уларга мос тушадиган рақамли кодлар 2.5-жадвалда санаб ўтилган. 2.6-жадвалда чақирув процедуралари кўрсатилган, мазкур жадвалда 2.5-жадвалдаги рақамли кодлардан фойдаланилади.

2.5-жадвали рўйхатининг системаси шундайки, бу командалар ёки мобиль телефон танлаб олинган хоссаларини алифбо-рақамли тарзда ишлатиб кўришдир. Бу стандартлаштириш зарур эканлигига ҳеч қандай шубҳа йўқ.

2.5-жадвал. Асосий хизматлар кодлари

Барча хизматлар, шу жумладан, "Бир томонга йўналтирилган канал" хизмати (Bearer servicе)	Талаб этиладиган рақам коди
<i>Телесервислар</i>	
Барча телесервислар	14
Телефония (нутқ)	11
Маълумотларнинг барча хизматлари	12
факс	13
Телекс	15
"Қисқа хабар" хизмати	16
Хабарларни бошқариш хизмати	17
Маълумотларнинг барча хизматлари, SMSдан ташқари	19
<i>Бир томонга йўналтирилган канал хизматлари</i>	
Бир томонга йўналтирилган каналнинг барча хизматлари	21
Барча асинхрон хизматлари	22

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ



Барча хизматлар, шу жумладан, "Бир томонга йўналтирилган канал" хизмати (Bearer serviseс)	Талаб этиладиган рақам коди
Барча синхрон хизматлар	25
Маълумотларнинг барча асинхрон занжирлари	26
Маълумотларнинг барча синхрон пакетлари	27
PAD12 кбит/с нинг барча киришлари, чекланмаган	29
Қўшимча хизматлар	
Бевосита қайтадан адреслаш	21
Бандликка кўра қайта адреслаш	67
Жавоб берилмагани бўйича қайта адреслаш (on po reply)	61
Жавоб берилмагани бўйича қайта адреслаш (on po answer)	62
Барча чиқаётган чақирувлар блокировкаси	33
Барча халқаро чақирувлар блокировкаси	331
Барча халқаро қўнғироқлар блокировкаси: Ўз ватанидан ташқари	332
Барча кираётган қўнғироқлар блокировкаси	35
Роуминг ҳолатида барча кираётган қўнғироқлар блокировкаси	351

2.6-жадвал. Авария пайтидаги қўнғироқлар ва қўшимча хизматлар учун чақирув процедуралари.

Чақирув тип	Чақирув таомили
Авария чақирувлари (ҳатто SIM-картасиз ҳам чақирувлар бўлиши мумкин) Чақирувни аниқлаш Чақирувнинг яқунлиши	122SEND DN SEND END (ёки гушакни қўйиш)
Қайта адреслаш Барча чақирувлар қайта адресланади Асосий хизмат бўйича қайта адреслаш "Барча чақирувларни қайта адреслаш"ни бекор қилиш Бир хизматни бекор қилиш Барча қайта адреслашни бекор қилиш Қайта адресланган чақирувларни суриштириш Бир хизматни суриштириш	**NNDN#SEND **NN*DN*BS#SEND ##NN#SEND ##NN*BS#SEND #002#SEND *NN#SEND *NN*BS#SEND

Назорат пароли билан чақирувларни уюштириш Парол билан қайд этиш Парол билан битта хизматни қайд этиш Фақат парол билан активлаштириш Фақат битта хизматни парол билан фаоллаштириш Фақат парол билан деактивлаштириш Фақат хизмат бўйича парол билан деактивлаштириш Парол билан чеклашларни бекор қилиш Битта хизматни парол билан бекор қилиш	**NN*PW#SEND **NN*PW#SEND **NN*PW#SEND **NN*PW#SEND #NN*PW*BS#SEND #NN*PW#SEND #NN*PW*BS#SEND ##NN**PW#SEND ##NN*PW*BS#SEND
Барча тақиқларни бекор қилиш Чақирувлар чекланишини сўраш Битта асосий хизматни сўраш Паролни ўзгартириш	#330#SEND *#NN*#SEND *#NN*BS#SEND **03*NN*OldPW*NewPW*NewPW#SEND
Парол назорати Барча хизматлар чақирувини тақиқлаш	**03**330NN*OldPW*NewPW*NewPW#SEN **03*NN*OldPW*NewPW*NewPW#SEND
PIN назорат PINни киритиш PINни ўзгартириш SIMни блокировкадан чиқариш	Pin No# **04*OldPIN*NewPIN*NewPIN #**05*PUK*NewPIN*NewPIN#
<p><i>Изоҳ:</i> DN - директория номери NN=қўшимча хизмат коди BS=асосий хизмат коди PW=парол PIN=PIN-номер</p>	

Илгари таъкидлаб ўтганимиздек, GSM стандартида уяли ускуна ишлаб чиқарувчи компанияларнинг ягона терминологияси системани муваффақиятли жорий этишнинг асосий омилidir. Шу муносабат билан GSM стандартида қўлланилаётган асосий терминларнинг луғатини ҳавола этамиз.

GSM ЛУФАТИ

A interface	MSC ва BS2S1 ўртасидаги интерфейс
A3	Идентификациялаш алгоритми
A5	Оқимни шифрлаш алгоритми
A/D	Аналогли рақамлида (конвертер)
Abis	BSC ва BTS ўртасидаги интерфейс
ABR	Vid/жавоб коэффициенти
ABS	Маъмурият ва биллинг системаси
AC	Идентификациялаш маркази
ACCH	Боғланган (ассоциациялашган) назорат канали
ADC	Маъмурий марказ
ADCCP	Маълумотларни узатиш назоратининг яхшиланган протоколи
ADM	Бошқарувчи (маъмурий) процессор
ADMIN	Маъмурият (бошқарув)
AFC	Частотанинг автоматик назорати
AFN	Фрейм (кадрнинг) мутлоқ номери (рақами)
AGC	Кучайтиришнинг автоматик назорати
AGCN	Киришни ҳавола этиш назорати
AI	Сунъий интеллект
AM	Амплитуда модуляцияси
AM/MP	Уя орқали жўнатилган хабарнинг мобиль аппарат томонидан яқунланиши.
AMA	Хабарларнинг автоматик ҳисоби
AOC	Чиқишнинг автоматик назорати
ARQ	Қайта узатиш учун автоматик сўров
ARP	Адресни аниқлаш протоколи
ASE	Илова учун махсус киритиш
ASE	Иловаларга хизмат кўрсатиш элементи
ASIC	Илова учун махсус интеграциялашган занжир
ASP	Мақом ва таҳлика панели
ASR	Жавобни эгаллаб олиш коэффициенти

ATB	Барча трактлар банд
ATTS	Трактларни тестлашнинг автоматик кичик системаси
AUC	Идентификация маркази
AUTO	Автоматик режим
BCCH	Радио эшиттириш назорат канали
BCF	БСнинг назорат функцияси
BER	Бит хатолари коэффициенти
BES	Амалий айирбошлаш хизматлари
BHCA	ЧННга чақиришга уриниш
BLING	Биллинг
Bm	Трафик канали (гула тезликли)
bps	Битлар/сек
BCU	БС назорати блоки
BSC	БС контроллери
BSC	БС коди
BSIC	БС идентиклиги коди
BSS	БС системаси
BSSAP	BSS (DTAP ва BSSMAP)нинг амалий қисми
BSSMAP	БС системасини бошқаришнинг амалий қисми
BSSOMAP	BSS эксплуатацияси ва техникавий қўллаб-қувватлашнинг амалий қисми
BSU	БС блоки
BST	БС узатгичи
BT	Шина терминатори
BTC	Шина терминатори картаси
BTS	Базавий қабул қилувчи-узатувчи станция
C7	№7 сигнализация (ССИТ #7)
C/I	Ташувчининг интерференцияга нисбати
CAMP	Нazorat, маъмурият ва техникавий қўллаб-қувватлаш иловаси
CVI	Нazorat шинаси интерфейси
cc	Чақирув назорати
CCCH	Умумий назорат канали

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

103

CCD	Умумий канал тақсимлагичи
CCH	Алоқани уйғунлаштириш бўйича мувофиқлаштирувчи комитет (GSMнинг тавсияларида унга асосланилади)
CCITT	Телеграф ва телефон халқаро маслаҳат комитети
CCLK	Умумий каналнинг алоқа линияси
CCM	Умумий канал бошқаруви системаси
CCP	Улаш назорати процессори
CCP	Уяларни мувофиқлаштириш (уяли мувофиқлаштириш) процессори
CCS	Секундда юзлаб чақирув. Жами телефон трафики миқдори ўлчанадиган бирлик. 100 сга бўлинадиган битта чақирув битта CCSни ташкил этади
CDR	Чақирув деталлари ёзуви
CEPT	Почта ва телекоммуникация Европа операторлари конференцияси
CGM	Уяли гуруҳлар бошқаруви системаси
CKSN	Шифрлаш калитлари кетма-кетлигининг номери
CLR	Тозалаш
CM	Улашни бошқариш
CMP	Техникавий қўллаб-қувватлашнинг марказий процессори
CMR	Қайта кўриб чиқилган уяли алоқа раҳбарияти
COM	Улашлар процессори
COMM	Алоқа
CONF	Конференция схемаси
CONFIG	Конфигурация назорати дастури
CPF	Чақирувни қайта ишлаш фрейми (MSC)
CPM	Чақирувни қайта ишлашни бошқарув системаси
CPTD	Чақирувни қайта ишлаш тональ сигналени аниқлагич
CPU	Марказий қайта ишловчи блок (қайта ишловчи комплекс)
CRC	Ортиқча циклик коди
CRT	Кинескоп (видео дисплейли терминал)
CSC	Базавий станция контроллери
CSPDN	Жамоат маълумотларнинг узилиш тармоғи, оқимлар коммутацияси билан

D/A	Рақамли сигнални аналогли сигналга айлантириш
DAN	Рақамли эълон қилувчи (MSCга ёзиб қўйилган хабарлар учун)
DAS	Маълумотларни тўплаш системаси
DB	Маълумотлар базаси
DBMS	Маълумотлар базасини бошқарув системаси
DBPROC	Маълумотлар миждоз базаси процессори
DC	Доимий ток - ўзгармас
DCC	Рақамли канал контроллери
DCF	Маълумотларни узатиш функцияси
DCCH	Ажратилган назорат канали
DCCH	Рақамли назорат канали
DCN	Маълумотларни айирбошлаш тармоғи
DDS	Бевосита рақамли синтез
DFE	Тескари алоқа текислагичи
DIA	Дискли интерфейс (MSC/LR) адаптери
DIA	Автоматик жавоб қайтарувчи
DLCI	Маълумотлар линияларини улаш идентификатори
Dm	Сигнализация канали
DMA	Кечикиб хизмат курсатиш бонги, бонг ҳисоботи даражаси, ҳаракат зарур, лекин иш вақтигача (соатларигача) кечиктирса бўлади
DMF	Рақамли техникавий кўмак фрейми (MSC)
DMX	АТС (моторолла билан тармоққа бирлаштирилган EMX оиласи)
DN	Директория номери
DPNSS	Тармоқ сигнализациясининг рақамли махфий (хуфёна) системаси
DRX	Узлуксиз қабул
DS-2	Германияда РСМ-интерфейс даври, у 2,048 Мбит/с рақамли пролет учун мўлжалланган бўлиб, UK оқимиға ҳамда USAдаги T1 полетига мосдир
DSC	Рақамли коммутация корпорацияси
DSP	Рақамли сигнал процессори
DTAP	Рақамли узатиш иловасининг қисми

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

105

DTF	Рақамли транкли фрейм
DTI	Рақамли транкли интерфейс
DTMF	Икки тоналли кўп частотали сигнализация
DTX	Узлуксиз узатиш
E	Эрланг
D-TACS	Кенгайтирилган TACS (аналогли уяли система, кенгайтирилган)
Db/No	Бит - шовқинга энергия (пастки чегара)
EC	Акссадони тўсгич
EIR	Ускуна идентиклиги регестри
EORP	Ускуна идентиклигини қайд этиш таомили (процедураси)
EIRP	Изотроп нурланишнинг эффектив қуввати
EMC	Электр магнит назорати
EMF	Электр юритувчи куч
EMF	Мобиль аппаратлар учун электрон АТС (Моторолла оиласи)
en bloc	Фр. — бирданига ҳаммаси (ССИТТ №7 узатишнинг рақамли схемаси); n-blocни жўнатиш деганда рақамлар бир системадан иккинчи системага блок билан жўнатилади, деб тушунмоқ керак (яъни конкрет чақирув учун барча рақамлар бир вақтнинг ўзида гуруҳ билан жўнатилади. n-bloc жўнатуви overlap жўнатувиغا зиддир. Бу жўнатувда фойдаланилган системада, мазкур система ушбу кўнғироқ учун барча рақамлар йиғилишини кутиб туради ва уни бошқа системага жўнатишга уринади. Барча рақамлар гуруҳ сифатида жўнатилиши мумкин
EOT	Ёзувнинг охири
Erlang	Телефон трафикининг бирлиги
EPROM	Ўчириладиган, дастурланадиган хотира, фақат ёзув учун
ETSI	Телекоммуникация стандартлари Европа институти
ETX	Узатишнинг охири
FAC	Пировард йиғилган мода
FACCH	Бирлашган тез назорат канали
FCCH	Частота коррекцияси канали
FFS	Бундан буён ўрганиш учун

FIR	Пировард импульсли жавоб (фильтр тип)
FISO	Хатолар ажратиш, сараланган кичик системаси
FM	Частотали модуляция
FN	Фрейм номери
FOA	Биринчи офис иловаси
FS ёки FFS	Бундан буён ўрганиш учун (GSM ҳужжатларини кўздан кечиришдан фойдаланилади)
FS	Частотали синхронизация
FTR	Файлни узатиш (кўчириш) дастури
GDS	DSP GSM платаси (BSC қисми)
GHz	ГигаГерцлар (10^9 Гц)
GMB	GSM мультплексери платаси (BSC қисми)
GMSC	Мобиль аппарат ва коммутация маркази ўртасидаги интерфейс
GMSK	Энг кам силжиш билан Гаус манипуляцияси
GND	Ер
GSM	(расмий исм, ҳозир — мобиль алоқалар учун Глобал система)
GWY	MTN учун Gateway (MSC/LR) интерфейси
H-M	«Инсон-машина» терминаллари
HAD	HAD идентификацияси тақсимлагичи
HAP	HLR идентификацияси процессори
HLR	Уй мижозлари регистри
HSN	Кескин ўзгариш кетма-кетлиги номери
HSM	HLR мижозлари бошқаруви
HW	Ускуна
IO	Кириш-чиқиш
IA5	5-халқаро алифбо-рақамли
IAM	Дастлабки адрес хабари
IBT	Канал магистрални узиш ва чеклаш-бўлиш
IC	Интеграллашган (қўшилган) занжир
ICMP	Интернет назорати хабарининг протоколи

ICT	Узилиш назорати (MSC/LR) чеклагичи
ID	Идентификация
IEEE	Электроника ва электрон инженерия институти
IF	Оралиқ частота
IMACS	Интеллектуал кузатиш ва система назорати
IMEI	Мобиль станциялар ускунасининг халқаро идентиклиги
IMM	Шошилинч вазифа (тақсимлаш) хабари
IMSI	Мобиль мижознинг халқаро идентиклиги
IN	Интеллектуал тармоқ
INS	Сервисга
IP	Тармоқлараро протокол
IP	Интермодуляция маҳсулотлари
IPR	Ахборот муаммолари ҳисоботи
ISC	Халқаро коммутация маркази
ISDN	Интеграллашган хизматлар рақамли тармоғи
ISUP	ISDNдан фойдаланувчи қисми
IWF	Тармоқлараро функция
IWMSC	MSCнинг тармоқлараро ҳамжиҳатлиги
K	Кило (1000)
kb	Килобит (x1000)
kbit/s	Секундига килобит (x1000)
Kc	Кодлаш калити
kHz	килоГц
Ki	Мижозни идентификациялаш шахсий калити
kW	килоВатт
L2ML	Иккинчи даражани бошқарувчи линия
LA1	Жойлашган зона идентификацияси
LAN	Алоқанинг локал тармоғи
LAPB	“B” (баланслашган) — улашга киришнинг канал процедураси
LAPDm	“Dm” — улашга киришнинг канал процедураси
LC	Идекатор кондензатори (филтр типи)
LCM	Ер юзидаги чақирувни бошқариш системаси

LCN	Локал улашлар тармоғи
LCS	Ер юзидаги чақирувлар кетма-кетлиги контроллери
LED	Нурнинг ўрнини босишга уринаётган (имитация) диод
LF	Линия таъминоти
LF	Паст частота
LIFO	Сўнги В биринчи навбатда
LLC	Мантиқий линия назорати
Lm	Трафик канали (ярим тезлик)
LMS	Энг кам ўрта квадрат
LPC	Линияли дастлабки код
LPROC	Ўрнашган жой назорати процессори
LR	Ўрнашган жой регистри
LTM	Транкли линиялар бошқаруви системаси
LTP	Транкли линиялар процессори
L2R	Иккинчи қатлам релеси функцияси
M	Мега (1 000 000)
MA	Мобиль тақсимлаш
MAC	Ўртача кириш назорати
MAF	Мобиль илова функцияси
MAIDT	Ўртача йиғилган характерли вақт (ишлатилмаган)
MAINT	Техникавий кўмак
MAIO	Ажратилган мобиль аппарат индексининг оғиши
MAP	Кўчма алоқа кичик системаси
MAPP	Мобиль илова кичик системаси процессори
MAT	Матрица (MSC)
MBM	Мобиль аппаратнинг бандлиги системаси
MCC	Мобиль аппарат маилакати коди
MCS	Мобиль чақирувлар кетма-кетлиги контроллери
MCSS	Мобиль чақирувлар кетма-кетлиги контроллери селектри
MCM	Мобиль аппарат назорати бошқаруви системаси
ME	Техникавий кўмак объекти (GSM 12.00)
MEF	Техникавий кўмак объекти (GSM 12.00) функцияси

Megastream	PCM-интерфейс учун UK термини АҚШ даги T1 оқими-га, Германиядаги DS-2га тўғри келади; 2,048 мбит/с ра-камли оқими учун
MF	Кўп частотали сигнализация (тонал сигнализация типи)
MF	Кўп функцияли блок
MFTX	Кўп частотали узатгич
MHS	Мобиль аппаратни бошқариш хизмати
MGMT	Бошқарув
MGR	Бошқарув системаси
MHz	МегаГерц (1 000 000 Гц)
MI	Техникавий эксплуатация ахбороти; авария тўғрисидаги ҳисобот даражаси; шунингдек, PMA, DMAга қаранг; бево-сита аралашувни талаб этмайди
MLP	Мобиль жойлашувнинг процессори
MM	Мобиль бошқарув
MMD	Мобиль бошқарув тақсимлагичи
MMI	Машина-Инсон интерфейси
MML	Машина-Инсон луғати
MMP	Матрицаларни техникавий кўмаклаш процессори
MNC	Мобиль тармоқ коди
MNT	Техникавий кўмак
MO/PP	Мобиль аппаратда бошлаган нуқтадан-нуқтага хабар
OMAP	OMAP моторолли
MoU	Ўзаро битишув тўғрисида меморандум
MPC	Матрицалар портлари контроллери
MPD	Мобиль аппаратни кидирув тақсимлагичи
MPI	Матрицалар портлари интерфейси
MPT	Мобиль аппарат қидирувининг тақсимлагичи
MPX	Зичлаштирилган
MRN	Мобиль роуминг номери
MS	Мобиль станция
MSC	Мобиль хизматлари коммутация маркази
msec	Миллисекундлар (0001 сек.)

MSF	Ялпи сақлаш фрейми (MSC/LR)
MSIN	Мобиль станциянинг идентификация номери
MSISDN	Мобиль станциянинг халқаро ISDN-номери
MSRN	Мобиль станциянинг роуминг номери
MT	Мобиль аппаратдаги чақирувнинг яқунланиши
MTC	Магнит лентаси контроллери
MTD	Матрицаларни вақтинчалик тақсимлаш
MT/PP	Мобиль аппарат яқунлаган бир нуқтадан иккинчи нуқтага хабар
MTBF	Носозликлар ўртасидаги ўртача вақт
MTL	Мобиль мижозлар тўхтаб қолиши рўйхатининг процессори
MTN	Хабарни узатиш тармоғи
MTNC	Хабарни узатиш тармоғи контроллери
MTP	Хабарни узатиш қисми
MTTR	Тиклашнинг ўртача вақти
MUX	Мультиплексор
MV	MSC+VLR
MVHE	MSC+VLR+HLR+EIR
mS	микросекундлар (х.0000001 секунддан)
NAP	Тармоқ муҳити процессори
NE	Тармоқ элементлари
NEF	Тармоқ функционал блоклари элементлари
NLK	Тармоқ алоқа линиялари процессори
NM	Тармоқ бошқаруви
NMC	Тармоқни бошқариш маркази
NMT	Шимолий мамлакатлар мобиль телефони (уяли алоқа стандарти)
NSP	Тармоққа хизмат кўрсатишни таъминловчи
nW	наноВатт (Ватт × 10 ⁻⁹)
O&M	Эксплуатация ва техникавий кўмак
OACSU	Эфир орқали чақирувни ўрнатиш
OFL	Ҳаддан ортиқ тўлиб кетиш %

OMAP	Эксплуатация ва техникавий кўмакнинг амалий қисми (ил-гари OAMP бўлган эди)
OMC	Эксплуатация ва техникавий кўмак маркази
OMCR	Эксплуатация ва техникавий кўмак маркази — радио қисм
OMCS	Эксплуатация ва техникавий кўмак маркази — коммутация қисми
OML	Эксплуатация ва техникавий кўмак маркази алоқа линияси
OMSS	Эксплуатация ва техникавий кўмак марказининг кичик системаси
OSF	Системаларни эксплуатация қилишнинг функционал блоки
OOS	Хизмат кўрсатишдан ташқарида
OSS	Оператив хизматлар системаси
overlap	Overlapни жўнатиш шундан далолат берадики, бу рақамлар бир системадан иккинчисига улар жўнатувчи системадан олиниши биланоқ жўнатилади. Overlap жўнатмаларидан фойдаланаётган система конкрет чақирувнинг барча рақамлари олинишини кутиб турмайди, бундан мақсад бошқа системага рақамларни жўнатиб туришни бошлай-веришдир. Бу жўнатма en-bloc жўнатмасига зиддир, en-blocда конкрет чақирувнинг барча рақамлари бир вақтнинг ўзида жўнатилади
PA	Қувват кучайтиргичи
PABX	Умумий тармоққа чиқиши мумкин бўлган хусусий АТС
PAD	Пакетларни йиғиш/бўлақларга бўлиш функцияси
PBX	Умумий тармоққа чиқадиган хусусий коммутатор
PCH	Қидирув канали
PCM	Импульс-кодли модуляция
PDN	Маълумотларни пакетли узатиш тармоғи
PDF	Қувватни тақсимлаш фрэйми (MSC/LR)
PDU	Ҳимояланган маълумотлар блоки
PEDC	Умумевропа уяли алоқаси
PID	Жараённи аниқлагич
PIM	PCM (MSC) интерфейси модули
PIN	Шахсий идентификация номери

PLMN	Ер юзасида жамоат алоқа мобиль тармоғи
PMA	Зудлик билан хизмат кўрсатиш бонги; бонг ҳисоботи даражаси; яна қаранг DMA, MI; зудлик билан аралаштиш зарур
PMUX	ИКМ мультиплексор
PN	Доимий марказ (GSM)
POTS	Оддий эски уяли хизматлар (асосий телефон хизматлари)
pp	Чўққидан чўққигача
ppm	қисм/миллион (x .000001)
PROM	Фақат дастургина ўқийдиган хотира
PSPDN	Маълумотларнинг жамоа тармоғи, пакетлар коммутацияси билан
PSTN	Жамоат коммутация телефон тармоғи (Telco)
PSW	Соф синусоид тўлқини
PTO	Жамоат телекоммуникациялари оператори
PUP	Четдаги қурилма процессори
PVP	Йўлни аниқлаш процессори (MSC)
PWP	Таъминлаш (қувват)
Q-Adaptor	MEs ва SEs TMN (GSM 12.00)га ёки QAKга улаш учун фойдаланилади
QAF	Q-адаптор функционал блоки
QOS	Сервис сифати
RACCH	Тасодифий киришнинг назорат канали
RACH	Тасодифий кириш канали
RAM	ОЗУнинг оператив эслаб қолувчи қурилмаси
RAND	Тасодифий номер
RAx	Узатиш тезлигига кўра адаптация
RBDS	Олисдаги БС диагностикасининг кичик системаси
RCVR	Приёмник
RCU	Радио назоратнинг блоки
RELP	Колдик кўзғалишга қараб линияли олдиндан айтиб бериш
RELP-LTR	RELP узоқ даврини олдиндан айтиб бериш
RF	Радиочастота

RLP	Радио уланишнинг протоколи
RMS	Ўртача квадратдан илдиз
RMSU	Олисдаги мижознинг коммутация блоки
ROM	МВУ
RM4-16	16-Мбит процессорига қўшимча хотирани таъминлайдиган тасодифий хотира картаси (MSC/LR)
ROSE	Масофавий дистанция операциялар сервиси элементи
RR	Радио ресурсларини бошқариш
RSL	Радиосигнализация линияси
RSS	Радио кичик системаси (кўчирилган BSS)
RSSI	Олинган сигнал даражасининг индикатори
RU	Стойка блоки
Rx	Приёмник - қабул қилгич
RXLEV_D	Пастдан келаётган алоқа линиясидан олинган сигнал даражаси
RXLEV_U	Юқоридан келаётган алоқа линиясидан олинган сигнал даражаси
RXQUAL_D	Пастдан келаётган алоқа линиясидан олинган сигнал сифати
RXQUAL_U	Юқоридан келаётган алоқа линиясидан олинган сигнал сифати
SACCH	Сушт ассоциация назорат канали
SAGE	Тестли транк ускуна маркаси (товар белгиси)
SAPI	Хизмат кўрсатишга кириш нуқтаси индикатори (аниқлагич)
SAW	Юза акустика тўлқини (фильтр типи)
SC	Сервис-марказ
SCCP	Сигнализацияни улаш билан бошқариладиган кичик система
CEG	GSM тез кодлаш чиқувларининг гуруҳи
SCF	Хизмат кўрсатиш занжири фрейми
SCH	Синхронлаш канали
SCI	Статус назорати интерфейси
SCIP	Кетма-кет алоқа интерфейси процессори
SCM	Статус назоратини бошқарув системаси
SCP	Хизмат кўрсатиш назорати нуқтаси — интеллектуал тармок объекти

SDC	Abis трафик канали
SDCCH	Якка ажратилган назорат канали
SDR	Махсус ҳуқуқлар — биллинг учун валютанинг интернационал халтаси
SE	Кўмакчи объекти (GSM 12.00)
SEF	Кўмакчи объекти функцияси (GSM 12.00)
SEL	Танлаб олувчи
SFCC	Тўртак канал алоқаси учун серияли карта (-2 & -3 типи учун)
SIM	Мижозни идентификациялаш модули
SIM	Алоқанинг серияли линияси
SLNC	Серияли линия
SMAE	Системани бошқариш иловасининг объекти (-2 ва -3 икки типи учун)
SME	Коммутацияли, матрицали кенгайтирилган процессор
SMM	Матрицалар системаси бошқаруви
SMP	Коммутацияли матрицали процессор (MSC/LR)
SMS	Қисқа хабарлар хизмати
SMT	Матрицали коммутация тестери (MSC/LR)
SND	Жўнатилсин
SNDR	Жўнатувчи
SNR	Серияли рақам
SP	Махсус маҳсулот
SPROC	Матрицага дахлдор махфий ахборот процессори
SRD	Хизмат кўрсатиш сўровларини тақсимлагич
SRES	Имзоланган жавоб
SS	Қўшимча хизматларга кўмак
SSP	Хизмат кўрсатиш коммутацияси нуқтаси — интеллектуал тармоқ объекти
SS7	ССИТ №7 сигнализация системаси
SSS	Коммутацияли кичик система (MSC+LRs)
STAN	Статистик таҳлил (процессор)
STAT	Статистика

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

115

STG	Система вақти генератори (MSC/LR)
STP	Сигнализацияни узатиш нуктаси
SVM	Сервисни бошқариш системаси
SW	Дастурий таъминот
SYS	Система
SYSGEN	Система генерацияси
T1 span	Система, 24 каналли, 1.544 М бит/с импульс-кодли модуляция, USда ишлатилади (яъни T1 нинг битта оқими 24 сўзлашув линияларини ёки маълумотлар линияларини «ташийди»)
TA	Тугашувнинг сўнгги блоки
TA	Муваққат устунлик
TACS	Батафсил кириш билан алоқа системаси (ўхшаш алоқанинг Европа системаси)
TAS	Тонал эълонлар (MSC) кетма-кетлиги контроллери, тонал ва овоз сигналларини бирлаштиришда ишлатилади
TBD	Аниқ бўлиш керак
TCAP	Транзакция сифимининг амалий қисми
TCH	Трафик канали
TCP	Узатишнинг назорат протоколи
TDM	Каналларни вақтинча оралиғини ажратиш билан зичлаштириш
TDMA	Каналларни вақтинча оралиғини ажратиш билан кўп станцияли кириш
TE	Охиридаги ускуна
TEMP	Вақтинчалик
TEST	TEST назорати процессори
TGC	Транспорт гуруҳи контроллери
TIC	Транспорт ўзаро айирбошлаш назорати (MSCдаги MTN қисми)
TIN	Транспортдаги ўзаро айирбошлаш (MSCдаги MTN қисми)
TIS	Транспортдаги ўзаро айирбошлаш кузатувчиси
TKP	Транк процессори (MSC/LR)
TM	Трафикни бошқариш системаси
TMM	Кўрсатувларни ёзиб олиш ва трафикни ўлчаш

TMN	Телекоммуникацияларни бошқариш системаси
TMSI	Мобиль мижознинг вақтинчалик идентификатори
TNC	Транспортни улаш контроллери (MSC/LR); у MTN GWY кластерлари ўртасидаги интерфейсни таъминлайди
TODC	Кундузги соатлар вақти (MSC); TDC ёки TODга монанд
TODS	Маълумотлар базасини бошқариш системаси (MSC/LR) дастурий таъминоти
traffic unit	Бу бирлик Эрлангга эквивалент
TRANS	TRPга мос тушадиган узатиш процессори
TRP	TRANSга мос тушадиган узатиш процессори
TRX	Қабул қилувчи-узатувчи
TSA	Вақтинчалик слотлар маълумотлари (илгаб олинганлари)-ни йиғиш
TSI	Вақтинчалик слотлар ўзаро айирбошлаши
TTL	Транзистор - транзистор мангиқи
TTY	Телетайп (ҳар қандай терминалга нисбатан)
TU	Трафик блоки
TUP	Телефондан фойдаланувчилар қисми
UBT	Каналнинг универсал яқунловчиси (MSC/LR)
UDP	Дейтаграммадан фойдаланувчилар протоколи
UHF	Ўта баланд частота
UI	Тартибланмаган рақамли фрейм
Um	Ҳаводаги интерфейс
VA	Витерби алгоритми
VAD	Овоз активлигини аниқлаш
VCO	Кучланиш бошқарадиган генератор
VDBM	VLR маълумотлар базасини бошқариш системаси
VLR	Меҳмон мижозлар регистри
VLSI	Жуда катта масштабдаги интеграция (IC)
VOX	Овозли операцион узатув
VSM	Мижоз VLRини бошқарув процессори
VSP	Машинали сўзлашув телефони

WS	Ишчи станцияси
WSF	Иш станциясининг функционал блоки
XC	Транскодер
XCB	Қабул қилувчи-узатувчи назорат платаси (қабул қилувчи-узатувчининг қисми)

3-бўлим. УЯЛИ СИСТЕМАЛАРНИ ЛОЙИХАЛАШНИНГ АЙРИМ МАСАЛАЛАРИ

3.1. УЯЛИ СИСТЕМАЛАРДА ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ТЎҒРИСИДАГИ МАСАЛА ХУСУСИДА

Частоталардан қайта фойдаланилаётган уяли радио система-ларда интерференциянинг бир қадар даражаси мавжудлиги муқаррардир. Ускуна системаларини лойиҳалаштирувчилар ана шу ҳолатни олдиндан назарда тутиб, шу муҳитга обдон синчиклаб ишлаб чиқилган чора-тадбирларни киритдилар. Интерференция аломатлари чақирувларнинг йўқолиб кетиши ва уларнинг йўлини тўсишдан тортиб, то тўрт томондан келадиган товушларгача бўлган оралиқдадир. Фойдаланувчи буни системага кириш йўлининг тўсилиб қолишида, шовқинда, англаса бўладиган овозда (у кўпинча ўтказиш системаларида учрайдиган халақитларга ўхшайди) сезиши мумкин. Системанинг дизайнери частоталардан самарали тарзда қайта фойдаланиш учун интерференциянинг табиати, сабаблари ва назорат методларидан огоҳ бўлиши керак.

Аксарият йирик шаҳарлар интерференция муаммосига дуч келади, бу пировард оқибатда мижозлар қониқмаслигининг асосий сабаби ҳамда системанинг қиймати ортиб боришидадир. Дарҳақиқат, тўсиб қўйилган каналлар фойдаланиш ва хизмат кўрсатишга қабул қилиниши мумкин эмас. Юклама ҳаддан зиёд ортиб кетган пайтдан бошқа кезларда интерференция муаммоси бўлмайди, чунки интерференция система иши жараёнида пайдо бўлади. Интерференция юклама ниҳоятда кўпайиб кетган даврда муаммога айланади, чунки шу кезде сигим айниқса зарурдир. Интерференция эса система сигимини чеклаб қўяди.

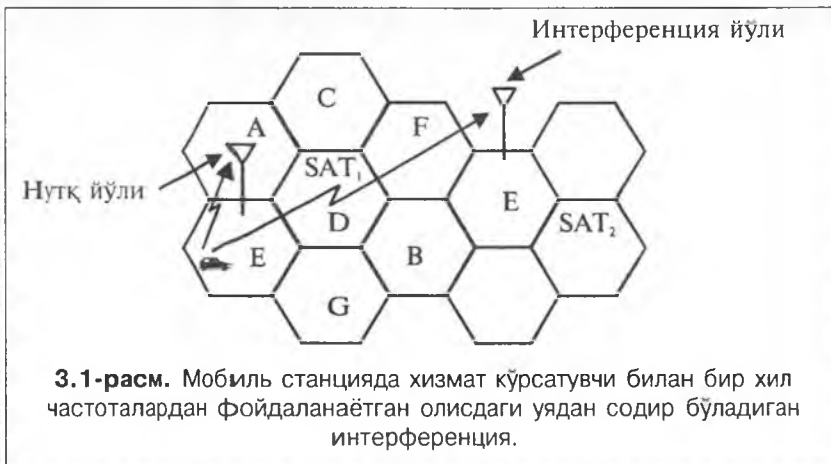
Интерференциянинг тахминан ярми табиий ҳодисадир, лекин иккинчи ярми ёмон лойиҳалаштириш оқибатидир. Ҳозирда барча энг йирик шаҳарларда лойиҳалаштиришдаги камчиликлар намоён бўлиши мумкин. Миноралар, мачталар ва биноларда, жуда баянда жойлаштирилган уяли антенналар — булар катта сигимдаги системалар учун айлани пайтда базавий станциялар сони кўп бўлганида, у қадар мақбул ечим эмас. Ҳамонки, антенналар ёмон ўрнаштирилган экан, бунга қарши туриш учун антенналарни ҳаддан зиёд эгиб қўйиб курашишга зўр бериб уринишлар исталган ижобий натижани бермайди. Гарчи мазкур технология интерференцияни камайтирса ҳам, айлани пайтда у кўпгина «ўлик доғ ва зоналар»нинг пайдо бўлишига олиб келади. Чунки антен-

нанинг эгиб қўйилиши қоплашни камайтиради. Интерференцияни камайтиришнинг энг самарали усули — бу антенна баландлигини пасайтиришдир. Частоталардан қайта фойдаланиш устувор аҳамиятга эга бўлган жойларда даставвал антенна баландлигининг шундай мақбул вариантига эришиш лозимки, то бу яқин атрофдаги муҳит билан вобаста бўлиб кетсин. Уяли система биринчи бор монтаж қилинаётганда у шу тариқа лойиҳалаштириладики, токи шаҳар кам станциялар билан оз харажатда қоплансин. Бунинг натижасида кўпинча товар етказиб берувчилар бажарган дастлабки лойиҳа сабабли бир нечта алоҳида станциялар вужудга келади.

БС учун мос жой қидириш, уни тадқиқ этиш ва сотиб олиш учун сарфланадиган вақтни аяб ёмон режалаштириш шундай аҳволга олиб келиши мумкинки, танланган йўл осону, лекин мақбул бўлмайди.

3.1.1.Частоталардан такроран фойдаланилгандаги интерференция

Интерференция кўп ҳолатларда содир бўлиши мумкин, лекин уяли радиолоқада анча катта интерференция мобил станциядан олисдаги уяда, яъни бир хил частоталардан фойдаланаётган, хизмат кўрсатувчи уяда содир бўлади. 3.1-расмда интерференциянинг ана шундай шакли кўрсатилган.



3.1-расм. Мобил станцияда хизмат кўрсатувчи билан бир хил частоталардан фойдаланаётган олисдаги уядан содир бўладиган интерференция.

Кўпинча фойдаланувчилар бу интерференцияни сезмайдилар, лекин баъзи ҳолларда бу интерференция эшитиладиган интерференция бўлгани сабабли интерференция каналларини вақтинча тўсиб қўйиши мумкин. D-AMPS/AMPS ва TACS системаларида қўшни уялар турлитуман SAT (аудио тонларни назорат қилади) тонлар (6 КГц атрофида) билан таъминланади. Булар чет ташувчиларни «таниб олишга» хизмат қилади. Ушбу тонлар канал ичидаги интерференция ёки қўшни каналлар интерференцияси туфайли хато назорат ечимларининг пайдо бўлишини имкони борича камайтиради.

Агар ташувчининг халақитга нисбати 18 дБга тенг бўлса, ёки аналогли системалар учун бундан ҳам камроқ бўлса, интерференция кам сезилади, деб назарда тутилади. Каналлар сони кам бўлган тарқалиш муҳитларида (масалан, стационар алоқа системаларида) бу нарса анча паст даражалардагина муаммога айланади. Бу гап, айниқса, частотанинг юксак девиацияси бўлган системаларга дахлдордир. Бу даража интерференция кўпроқ бўлган муҳитларда нисбатан муваффақиятли иш-лашга олиб келади. D-AMPS/AMPS системаларида интерференция муаммоларидан холи бўлиш учун чет SAT кодларни (бу ўринда мобиль аппаратдан келувчи ташувчи бошқа уяга йўналган, деб фараз қилинади) аниқлаш учун канал вақтинча тўсиб қўйилади (бунинг учун ундан фойдаланилмаётган бўлиши керак). Агар ўша фурсатда каналдан фойдаланилаётган, яъни хизмат кўрсатишда ишлатилаётган бўлса, бу ҳолда handover юз беради. Бу икки ҳолатда ҳам, интерференцияни бошидан кечираётган каналга трафикнинг «қўли етмай» қолади. Бу ҳолда интерференция система белгиланган даражага етади ва системанинг сифими камаяди. Частоталардан кўллаб ортиқча фойдаланилаётган системаларда канал тўсиб қўйилиши лозим бўлган интерференция даражаси трафик сифимини ошириш учун камайтирилиши мумкин. Лекин бу интерференциянинг катта даражаси пайдо бўлиши эвазига қилинади.

«Тўрт тарафлама сўзлашувлар» ва чақирувларнинг йўқолиб кетиши канал ичидаги интерференция оқибатида бўлиши мумкин. Интерференциянинг бу турлари одатда базавий станциялар антенналарининг юқорида жойлашуви ҳамда баланд иморатларда мобиль аппаратлардан фойдаланилиши билан боғлиқдир. Худди шу сабабга кўра, самолётларда уяли терминаллар самарали ишламайди.

Частоталардан қайта фойдаланавериш дастлаб, системанинг сифимини оширади, лекин система ўсиб боравергани сайин интерференция муаммолари, частоталардан бундан буён ҳам қайта фойдалан-вериш системанинг сифимини камайтиради. Барча лойиҳаларнинг мақсад, муддаоси частоталардан мумкин қадар қайта фойдаланиш ва шу йўсинда интерференцияни имкони борича камайтиришдир.

3.1.2. Канал ичидаги интерференция

Бу уяли интерференциянинг ниҳоятда кўп учрайдиган шаклидир ва хайриятки, уни осонгина кузатиш ва назорат қилиш мумкин.

3.2-расмда канал ичидаги интерференциянинг пайдо бўлишига оид мисол келтирилган (бу расмдаги рақамлар экспериментал тадқиқотлар натижасидир). Амалиётда интерференция соҳасини сунъий тарзда бир шакли-шамойилга келтириш мумкин. Бундан мақсад антени эгиш, баландликни пасайтириш ёки handoffнинг барвақт вужудга келтириш йўли билан интерференция таъсирини камайтиришдир.

20дБ миқдори амалдаги яхши миқдор сифатида белгилаб олинган эди (мобиль аппарат учун кўпинча тайин этиладиган 18 дБ миқдордан унча кўп эмас).



3.1.3. Қўшни каналлардан келаётган интерференция

Юқорида эслатиб ўтилганидан ташқари, системани ишлатиш жараёнида интерференциянинг бошқа шакллари ҳам пайдо бўлиши мумкин. Бу гап аввало, қўшни каналлар интерференциясига даҳлдордир (кўриб чиқиладиган каналдан битта юқори ёки битта паст жойлашган канал). Қўшни каналлардан келаётган интерференция назорат каналида маълумотларни бузади ҳамда муваффақиятсиз чақирувларга сабаб бўлади.

Қўшни каналлардан келаётган интерференция частоталарни режалаштириш технологиялари ёрдамида бошқарилиши мумкин, бунинг учун биз иккинчи бўлимда кўриб чиққан эдик. Бу муаммо кўпинча битта ёки бундан ҳам кўпроқ уялар учун частоталарни қайтадан тайин этишни талаб қилади. Бу муаммо базавий станциялар ўртасидаги интерференция туфайли муайян соҳаларда қўшни каналларда пайдо бўлади ҳамда муайян соҳаларда мобиль станцияга келаётган қўнғироклар йўқолиб кетишининг юксак даражаси билан илғаб (билиб) олинади. Бу ерда майдон кучланиши маълумотлар бузилишига олиб келадиган миқдорга анча яқиндир.

Қўшни каналлар интерференциясини чеклашнинг иккита энг самарали усули — бу антенна эгилишини ўзгартириш ва улар осиб қўйилмайдиган балансликни пасайтиришдир. Бу усуллар кувватни тубдан камайтирмай, интерференция миқдорини озайтиришга олиб келиши мумкин. Бу ўринда шуни таъкидлаш жоизки, частоталарни алмаштиришдан фойдаланилмайдиган NMT900 системаси интерференциянинг бу типидан холидир, бунинг боиси — кенг полосали канал учун диапазон энининг девиация (оғиш)га нисбатидир. D-AMPS/AMPS ва TACSда каналлар ўртасида химоя оралиғи (интервал) йўқ. Шу боисдан ҳам қўшни каналлар таъсирини батамом бартараф этишнинг имкони йўқ.

3.1.4. Бошқа системалардан келаётган интерференция

Кўпгина мамлакатларда энг камида иккита рақобат қиладиган системалар бор. Гарчи булар битта регионда ишлаш учун лойиҳалаштирилган бўлса-да, бу системалар ўртасида интерференция рўй бериши мумкин. D-AMPS/AMPS системасида одатда қуйидаги ҳолат қабул қилинган: камида 3-4 каналдан фарқли бўлган каналлар канал ичидаги интерференция сабаб бўлиши мумкин. Ушбу системаларда икки соҳа борки, булар муаммони юзага келтириб чиқариши мумкин. Бу А/В частоталар диапазонларидаги 716 ва 717 каналлардадир ва 333 ҳамда 334 назорат каналларидадир. Шу муаммога дуч келаётган операторлар (бундайлар эса кўпчиликни ташкил этади) рақобатчилар билан шу каналлардан фойдаланишни мувофиқлаштириб туришлари лозим.

Уяли системалар интерференция муҳитида ишлаш учун лойиҳа-лаштирилади. Системадаги интерференцияни камайтириш усуллари-дан бири — мобиль аппаратлар қувватини ростлаб — тартибга солиб туришдирки, бу ҳолда улар БСга анча яқин жойлашган бўлишлари ке-рак. Бундан муддао — қувватнинг анча паст даражаларида шунга яраша ишлашдир. D-AMPS/AMPS системаси учун мобиль аппаратнинг чиқиш қуввати сўзлашув мобайнида 28 дБгача ўзгариши мумкин. NMT систе-маларида ҳам шундай вариантнинг иложи бор. 3.1-жадвалида D-AMPS/AMPS системасида қувватни камайтириш даражалари кўрсатилган.

3.1-жадвал. D-AMPS/AMPS системаларида қувватни камайтириш даражалари

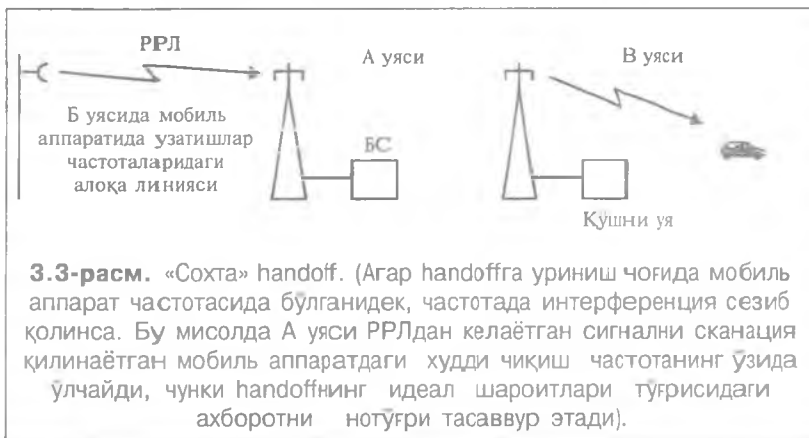
ДАРАЖА	ҚУВВАТИНИ КАМАЙТИРИШ (дБ)
1	4
2	8
3	12
4	16
5	20
6	24
7	28

Янги системаларда кўпинча, шундай вазият рўй беради. Система учун захира қилиб қўйилган частоталар полосасининг фойдаланувчилари бор экан, бу ҳолда барча баҳсли масалалар частоталарнинг тақ-симланиши учун жавобгар бўлган давлат ташкилотлари (ЦЭМС, ГКРЧ) томонидан ҳал этилиши зарур.

Баъзан ғалати ҳоллар ҳам рўй беради, яъни идентификация қилин-ган «бошқа фойдаланувчилар» частоталар диапазонида қолаверади. Ча-стоталарнинг ана шу полосасидаги аксарият системалар нуқтадан-нуқ-тагача радио реле линияларидир. Шу боисдан ҳам улар кетма-кет (уз-луксиз) ишлайдилар ва баландга йўналтирилган, шу тақлидда уларнинг интерференция зонасини чеклайдилар.

3.3-расмда уяли алоқа базавий станциялари радио реле линияси яқинида жойлашган пайтдаги қизиқ муаммо кўрсатиб берилган (бу ўрин-да ўша радио реле линиясида кўшни уяда фойдаланилганига мос бўлган мобиль узатиш частотаси қўлланилгандир). В уясидаги автомобиль handoffa уриниб кўришни сўраганида муаммо пайдо бўлган эди. Агар

автомобиль В уясига қараб ҳаракат қилаётган бўлса, (ушанда у handoffга уриниб кўришни сўраган эди) А уясидаги сигнални ўлчаётган радио қабул қилиш қурилмаси-радио қабул қилгичдан автомобилнинг кучланиш майдонини ўлчаш илтимос қилинади. Агар сигнал ҳақиқатан ҳам РРЛ системасида қабул қилинган бўлса, у кучли сигнал билан жавоб беради. Чунки ташувчининг РЧ даражасигина ўлчанади. Шундан кейин коммутатор А уясига handoff учун уриниб кўришни сўрайди. Мобиль аппарати муайян каналда А уяси билан алоқа боғлашга уринади ва ташувчини топа олмайди. Шундан кейин сўзлашув узилиб қолади. Агар мобиль аппарат А уясига қараб ҳаракат қилгудек бўлса, эҳтимолки, handoff муваффақиятли чиқиши мумкин.



3.3-расм. «Сохта» handoff. (Агар handoffга уриниш чоғида мобиль аппарат частотасида бўлганидек, частотада интерференция сезиб қолинса. Бу мисолда А уяси РРЛдан келаётган сигнални сканация қилинаётган мобиль аппаратдаги худди чиқиш частотанинг ўзида ўлчайди, чунки handoffнинг идеал шароитлари тўғрисидаги ахборотни нотўғри тасаввур этади).

3.1.5. Узилма (ностаціонар) ва мобиль интерференция

Интерференциянинг айниқса бу типи кўп ташвиш ортиради, чунки бузувчи манбанинг ўрнашган жойини аниқлаш жуда мушкулдир. Шаҳар муҳитида мобиль халақитни изидан тушиш самарали метод эмас, алоҳида куч сарфланган ҳоллар ва махсус ускуна ишлаб чиқилган ҳоллар бундан мустаснодир.

Бу узатувларнинг доимий бўлмаган (ностаціонар) табиати шундаки, кутиш учун кўп вақт сарфлаш зарур бўлади. Узатиш бошланиши биланок, икки автомобилдан фойдаланиш энг самарали методдирки, буларнинг ҳар бири нишоннинг ўрнашган жойини топиш учун йўналишни аниқлайдиган ва икки томонлама коммутация ускунаси билан жиҳозлангандир.

Нишонни турли йўналишлардан топишнинг афзал йўли мазкур нишонни аниқ тоғмоқ учун йўналишлар векторлари кесилишидан фойдаланишдир. Шунинг эсда тутиш лозимки, тарқалиш шакли мураккаб бўлгани учун нишонни аниқ белгилаб олиш деярли мумкин эмас. Уни топиш учун нишон бирмунча вақт давомида (одатда бир неча соат) ишлаб туриши лозим.

Ҳозирги вақтда Доплер эффектига асосланган асбоблар, қурилмалардан фойдаланиш мумкин, буларда тўртта приёмникдан фойдаланилади ҳамда улар бевосита рақам шаклида интерференция манбаининг йўналиши (азимут)ни беради.

Ностационар (доимий бўлмаган) ишлайдиган линиялар ёки репитерлар ўрнашган жойни аниқлаш учун у қадар мураккаб бўлмаса-да, лекин бу ҳам машаққатли ишдир. Бир қанча уяли БСлардаги кучлиниш майдонини ўлчаш ва шундан кейин позициянинг триангуляциясини рўёбга чиқариш биринчи қадамдир. Майдоннинг кучлинишини ўлчайдиган ҳамда йўналтирилган антенна билан жиҳозланган кўчма приёмник сотиб олиш ва уни нишонни қидириш учун ўрнатиш навбатдаги қадамдир. Интерференция манбаи жуда яқин жойлашгани ва унинг ўрнашган ерини аниқлаш осон бўлганига қарамай, халақит бераётган усунанинг ўрнашган жойини аниқлаш учун анча кўп вақт зарур бўлади.

3.1.6. Ноуя системалардан келаётган интерференция

Уяли диапазон билан бевосита қўшни бўлган частоталар диапазонлари UHF TV, PPL мобиль хизматларини ва бошқа мобиль хизматларини эгаллаган. Ана шу системалар учун мўлжалланган частотали ажратиш бир неча юз метр ичида муҳофазага кафолат бўлади, лекин булар баъзан интермодуляция туфайли интерференциялайди. Интермодуляция локал юқори қувватли узатувчидан содир бўлиш эҳтимоли кўпроқ. Бу кўпроқ қабул қилувчи мултиплексорда содир бўлади.

Интерференция баъзан частоталар диапазонидан ташқарида етарли даражада баланд қувватли HF системаларидан келиши мумкин, бу системалар уяли БС билан бевосита MUX даражасида интерференциялайди. Бу кўпинча ердан аксланиш туфайли, баъзан эса, тўғридан-тўғри тарқалиш туфайли юзага келади. Баъзан яқинда жойлашган HF узатувчи халақитидан холи бўлмоқ учун барча кабелларни экранлаштириш ва барча заминлашларни ўзгартириш керак.

Ташқи интерференциянинг учта алоҳида муҳим тури бор, булар қуйидагилардир:

- узатувчининг шовқини

- приёмник сезгирлигининг пасайиши
- интермодуляция

Узатувчи шовқини яқиндаги (қўшни) узатувчи томонидан пайдо этилиши мумкин, бу ҳолда бу қўшни узатувчи интерференция таъсирига учраган каналга қўшни бўлганида приёмникдаги муаммолар сабабчиси бўлади. Бу шовкин, асосан, частота характериға эгадир ва шунинг учун узатгичда филтрлар ўрнатиш йўли билангина бу шовқин пасайтирилиши мумкин. Бундан мурдда нохуш эмиссиянинг пайини қирқиш ёки таъсир этаётган узатгич ва халақитга учраган приёмник ўртасидаги масофани узайтиришдир.

Приёмник сезгирлигининг пасайиши диапазон ташқарисидаги кучли сигналлар туфайли юзага келади, бу сигналлар приёмникнинг киришида пайдо бўлади ва улар манбада бирор-бир муаммони пайдо қилмагани учун фақат приёмникнинг ўзидагина тузатилиши мумкин. Халақит частотасининг филтрацияси энг оддий ечимдир. Агар бу иш қилинмаган бўлса ёки етарлича қилинмаган бўлса, бу ҳолда приёмник билан сезгирликни пасайтирадиган узатгич ўртасидаги масофани узайтириш лозим. Бу, айниқса, интерференция манбаи доимий бўлмаса (ностацонар бўлганида) мураккаб бўлиши мумкин. Шунини таъкидлаш керакки, приёмникнинг сезгирлигини ўлчашга мўлжалланган қабул қилувчи тестлар балки бу муаммони аниқлай олмас, чунки приёмник интерференцияловчи сигнални антенна орқали қабул қилиш эҳтимоли каттадир, бу антеннанинг сезгирлик кўрсаткичи эса тестланмайди.

Икки турли ташувчи бир вақтнинг ўзида чизиксиз мухитда пайдо бўлганида ҳаммаша интермодуляция содир бўлади. Намунали чизиксиз улашлар ёки кўпайтирувчи сингари хизмат қила оладиган асбоблар қуйидагилардир:

- мачтанинг секциялари ўртасидаги болтли улаш
- антеннани мустаҳкамлаш
- минорани тортиб турувчи симлар
- метал тўсиқлар
- занжирлар
- электрлампочкалари

Интермодуляция тартибининг оддий шакли қуйидагича

$$I_M = N \cdot A + / - M \cdot B,$$

Бу ерда

I_M = интермодуляция частотаси

A = A ташувчи частотаси

B = B ташувчи частотаси

N ва **M** — бутун сонлар,

Интермодуляциянинг «миқдор тартиби» — бу $M+N$ суммасидир.

Шундай қилиб, масалан, агар A узатгич — 860 МГц ва бошқасини — 890 МГц бўлса, бу ҳолда учинчи тартибли 2^*A-B интермодуляцияси — бу $2^*860-890=830$ МГцдир ҳамда $AMPS$ диапазониға тушади. 4^*A-5^*B ёки тўққизинчи тартибли маҳсулот юқорироқ тартибдаги маҳсулот бўлиши мумкин.

Тажиба шундан далолат бермоқдаки, учинчи тартибдаги интермодуляция ҳаловатни кўп бузаётганидир. Бунинг боиси шундаки, учинчи тартибдаги интермодуляция приёмниклардан шундай частоталарда олинганки, бу частоталар эҳтимол, ўша диапазонға тушаётгандир (биз юқорида кўрсатиб ўтган учинчи тартибдаги мисолда қилинганидек). Агар иккинчи тартибдаги маҳсулотлар интермодуляция таъсир этаётган диапазондан узокдаги частоталар комбинацияси билан шаклланмаган бўлса, бундай маҳсулотлар диапазондан олисға тушишини исботлаб бериш осондир.

Интермодуляция муаммоси тузатилиши учун у яққаланиши (изоляция қилиниши) лозим. Манбанинг ўрнашган жойини йўналтирилган антенна ёрдамида ва майдон кучланишининг оддий ўлчовчи аппарати билан аниқлаш мумкин. Манба анча яқин жойлашгани учун амалда қидириш худуди катта бўлмайди. Ўрнашган жой топилганидан кейин, анализатор спектри билан жалб этилган частоталарни ва аралашиш содир бўлаётган жойни аниқлаш зарур. Бу приёмникда, узатгич портида ва бошқа бирор жойда содир бўлиши мумкин.

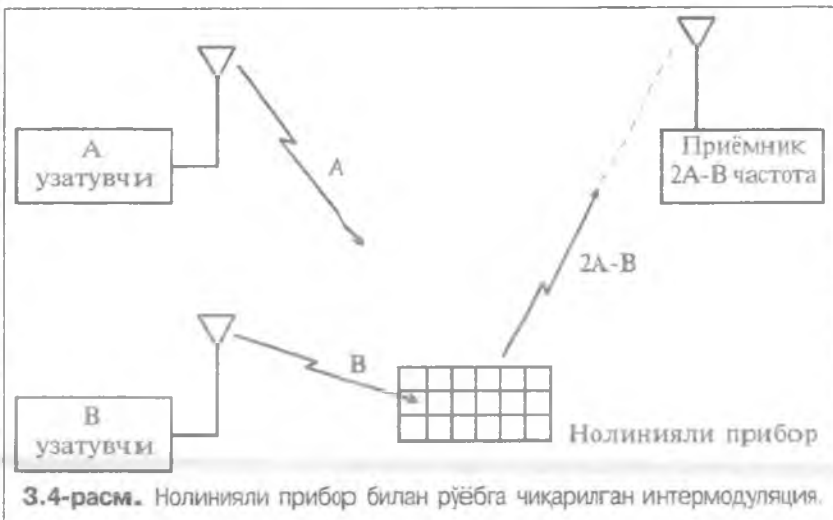
Агар бу приёмникда содир бўлаётган бўлса, уни приёмникка етиб келаётган интермодуляция сигналлари даражасини камайтириш билан буни тўғрилаш мумкин. Бу фильтрация билан ёки узатувчи ва приёмник ўртасидаги масофани кўпайтириш билан амалға оширилади. Интерференциянинг бу типни қўшни частоталардаги учинчи тартиб маҳсулотидир. Бу частоталарни приёмникка антенналар етказиб беради.

Узатувчи интермодуляцияси узатувчининг чиқишида ва комбайнерларда содир бўлади. Бу интермодуляцияни узатувчининг ўзи бар-тараф этиши керак. Буни рўёбға чиқаришнинг имкони бўлган усули фильтрациядир.

Интермодуляция яна бошқа жойда ҳам содир бўлиши мумкин, муаммо шундаки, интермодуляция деярли исталган жойда ва бир вақтнинг ўзида бир неча жойда, масалан, мачтадаги металл туташувида рўй бериши мумкин. Агар ўрнашган жойи аниқланса, бу ҳолда манбанинг изига тушиш анча осон бўлади. Интермодуляциянинг бу тури учун

мўлжалланган диапазонда РЧ сигнални ишлаб чиқаради (3.4-расмга қаранг) ва шунинг учун ҳам бирор-бир филтрация ёрдам бермайди. Бундай манбани топиб, уни йўқотиш керак.

Интермодуляциядан қутулишда самара берадиган айрим воситалар бор: булар занглаб кетган тўсиқларни, пўлат тунукалардаги нуқтали пайвандлаш уланган жойларни алмаштиришда ёки баъзан мачта секцияларни алмаштиришдадир. Заминлаш параметрларини яхшилаш ҳамда тупроқ орқали заминлаш тугунларининг пайдо бўлишининг олдини олиш, электр лампочкаларини бошқа турга алмаштириш ва занглаган занжирларни ва шу кабиларни баргараф этиш ҳам самара беради.



3.1.7. Турли стандартлар системалари ўртасидаги интерференция

D - AMPS/AMPS ва TACS диапазонлари системалари (улар таркибига NAMPS/TDMA/E-TDMA/GSM киради) да муаммо бор, бунинг боиси шундаки, уларда БСнинг TX (узатувчи) ва RX (приёмник)лари бир-бирига «юзи билан» қарамаган. AMPS системаси 870дан тортиб то 890 МГц диапазонидаги БС узатувчида TX частоталарига эгадир. БС ETACS қабулидаги анча паст частоталар AMPS узатувчидаги TX диапазонига «ёпирилиб кирадилар». Шу нарса равшанки, улар биргаликда ишлаётган жойларида спектрдан биргаликда фойдаланиш

бобида бир қадар «битим»га келишлари лозим. Шундай қилиб, «ёпирилиб қириш» содир бўлмайди. Худди шунингдек, муҳофаза интервалидан жуда бўлмаганда 2-4 МГц) фойдаланиш имконияти бор.

TACS системаларининг со-локейт (қўшни) базавий станциялари учун AMPS узатувларини ўтказмайдиган аниқ филтрлар бўлиши зарур. Шу нарса ҳам аниқландики, со-локейт GSM/AMPS системалари учун AMPS приёмникларида (GSM приёмникларидаги сингари) филтрлар ўрнатиш зарур бўлиши мумкин. Агар мобиль аппаратлар бир-бирига яқин жойда ўрнатилиб, фойдаланилаётган бўлса, тескари муаммо ҳам пайдо бўлиши мумкинки, биз буни эслатиб ўтишни ортиқча деб биламиз. D- AMPS/AMPS мобиль аппарати яқинида ишлаётган TACS/GSM мобиль аппарати AMPS қабулига жуда яқин бўлган частоталарда узатиши мумкин ва шу боисдан ҳам сезгирликнинг пасайиши сабабчиси бўлиши мумкин. Бу ҳолда муаммони ҳал этиш учун етарлича самарали тадбирлар йўқ.

3.1.8.Интерференциядан муҳофаза йўллари

Уяли системаларда 180 дан тортиб то тахминан 1000 тагача каналлар бор. Фойдаланувчилар сони кўпайиб бораётган экан, демак частоталардан такроран фойдаланиш зарур, бундан мақсад — ўша-ўша битта талофот (исроф) нормаларига риоя этиб, қўшимча трафика хизмат қилишдир.

Кичик шаҳарларда ва шаҳар атрофидаги ҳудудларда частотадан ортиқча фойдаланишга ҳожат бўлмас. Шунинг учун ҳам қоплаш тўлароқ бўлмоғи учун антенналари баланд ўрнаштирилган базавий станциялардан фойдаланиш мумкин. Аммо шаҳар шароитида частоталардан ортиқча фойдаланишнинг энг кўп қўлланилаётган коэффиценти миқдори 4 дан 15 тагача етади.

Масалан, Тошкентда биринчи уяли система эндигина ёйилаётганида ва ҳали бўлаҳак талаб миқёси аниқланмаганида дастлабки хизмат доираси умумий радиуси 30-40 км бўлган 2 уяга асосланган эди. Лекин тез орада аҳвол ўзгариб, радиуси 1 км ва бундан ҳам камроқ бўлган уялар пайдо бўлди. Айни пайтда базавий станцияларнинг қалдирғочларидан бири ернинг нулли белгисидан 210 метр юқорида жойлашган эди. Уя нечоғли кичкина бўлса, интерференция муаммоси шу қадар катта бўлади ва ҳозир Тошкентда Ўзбекистондаги энг шиддатли интерференция муҳити юзга келди (бу ўринда пойтахтда 6 та бир-бири билан рақобат қилаётган уяли компаниялар ишлаётганини ҳисобга олиш лозим бўлади).

Уяларнинг зичлик (қалинлик) муаммосини ҳал этиш йўлларида бири 7 уяли структурадан 4 уяли структурага ўтишдир. Жаҳон таҳрибаси шундан далолат бериб турибдики, бир қанча шаҳарларда радиуси 1 км.дан кам

бўлган уялар муваффақият билан майдаланди, лекин БС учун қидиришнинг торроқ доираларига белгиланган чеклашларни «ҳатлаб ўтиш» қийин.

Частоталардан қайта фойдаланишнинг юқори чегараси қандай бўлиши мумкин? Масалан, айрим шаҳарлар – Лос-Анжелес ва Чикаго, ортиқча фойдаланиш коэффициенти тахминан 40га баробар бўлган шароитда ўзларининг АМРС системаларини ҳали тўла қондирганлари йўқ.

Блокировка

Частоталардан ортиқча фойдаланиш муаммоси миқдорини аниқлашнинг энг содда усули — каналлар блокировкалари тўғрисидаги ахборотни кузатиб боришдир (бу ўринда гап интерференция сабабли сервисдан ташқаридаги каналлар хусусида бормокда). Бу ахборот система тўғрисидаги ёрдамчи маълумотлардан олинади. Блокировканинг қонқарли даражаси 2 фоизга тенг ёки ундан ҳам камроқдир.

Бундан ташқари, бир параметрнинг иккинчи параметр эвазига кўпайиши, яъни блокировка билан (бу йўқотилган қақирувларни англайтиши мумкин) ўсиб бораётган интерференция (интерференция тўрт тарафлама сўзлашув ва зарарли шовқинлар шаклида содир бўлиши мумкин) ўртасида содир бўлиши мумкин. Бундай «айирбошлаш» блокировка учун С/І чегарасини ростлаш йўли билан назорат қилинадик, бу блокировка фойдаланувчи белгилаб берадиган система параметридир.

Жойнинг табиий рельефи/ иморат ва халакитлардан фойдаланиш

Уяли БСнинг асосий мақсади у ўзи хизмат қилаётган ҳудудни қоплашдир. Агар режалаштириш аниқ бўлса, қоплаш лойиҳасидан ташқари ҳудудларда уялар билан қоплашни энг кам миқдорга келтириб бу мақсадга эришининг илоҳи бор. Жойнинг табиий рельефи ва локал ҳудуддаги иморатлардан фойдаланиш уялар миқёсларини чеклаш/ кўпайтиришнинг самарали усули бўлиши мумкин. Локал ҳудуд ва тўсиб турган иморатлардан самарали фойдаланиш частоталардан қайта фойдаланиш имкониятларини анчагина кенгайтириши мумкин, лекин бунинг шарти шуки, базавий станция шундай жойлашиши лозим бўладики, олисдаги майдоннинг тарқалиши пасайган бўлиши керак. Базавий станцияларнинг тепалик ортида жойлаштирилиши частоталардан муваффақиятли қайта фойдаланиш имкониятларини анча кўпайтиради. Худди шунга ўхшаш, бинонинг шаклидан табиий муҳофаза сифатида фойдаланиб, БСларни жойлаштириш ҳам ниҳоятда самарали бўлиши мумкин (3.5-расмга қаранг).



Мижозлар ниҳоятда зич ўрнашган ҳудудларда частоталардан самарали, такроран фойдаланиш қоплашдан кўра ҳам каттароқ аҳамиятга моликдир.

Секторли антенналардан фойдаланиш

Секторли антенналар — интерференцияни камайтиришда энг муҳим омилдир. 3.6- расмда секторли антенналардан фойдаланишнинг асосий принципи кўрсатилган. Бу мисолда шундай фараз қилинганки, мобиль аппарат E_1 уясидан E_2 уясига қараб ҳаракат қилади, буларнинг иккови ҳам бир хил частоталардан фойдаланади. Агар базавий станциялар айланма бўлса, ва E_1 нисбатан баландликда жойлашган бўлса, бу ҳолда мобиль аппарат, handoff рўй беришига қадар D уясига нисбатан яхши роумингга эга бўлиши мумкин. У E_2 уясига яқинлашиб боравергани сайин интерференциянинг ҳосил бўлиш эҳтимоли ортиб бораверади.

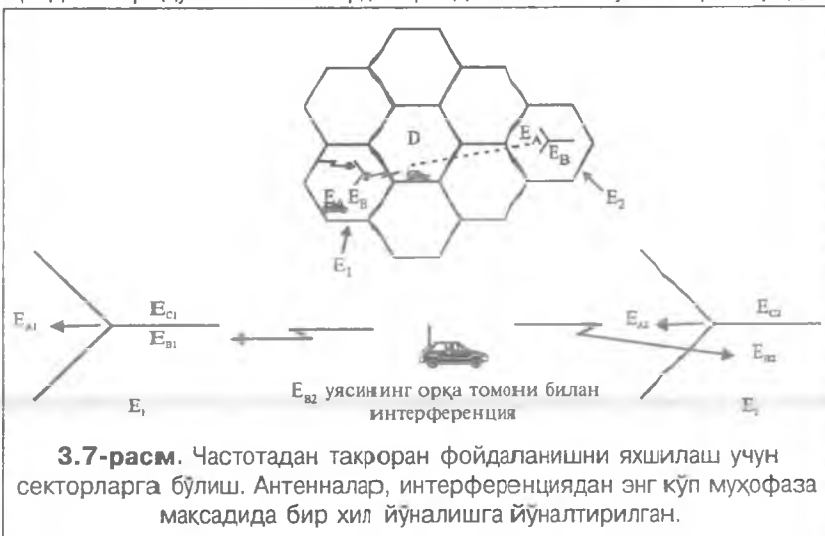


3.6-расм. Айлана интерференция режими.

3.7-расмда кўрсатилганидек, E_1 ва E_2 ни секторларга бўлиш вазиятни анча яхшилаши мумкин. Автомобиль ҳаракат қила бошлаганида (E_2 дан энг кўп масофада) вазиет секторларда бўлинмаган станцияда бўлгани кабидир. Лекин мобиль аппарат E_2 га бора туриб БСни кесиб ўтганида handoff E_2 уясига мойил бўлади. Эндиликда мобиль аппарат E_1 станциясидаги E_1 уясидан фойдаланади, лекин у E_2 стан-

қиясидаги E_B уяси учун антенна ортида турган бўлади. Бу эса антеннанинг интерференцияга қарши самарали КСВ (турган тўлқин коэффиценти)-нинг (одатда 6/5 дБ) қўшимча ҳимоясини беради. Шунини таъкидлаш лозимки, самарали КСВ деярли ҳамيشа антеннани етказиб берувчи белгилаб қўйган миқдордан пастдир (бу миқдор фақатгина бўш муҳитда тўғри бўлиши мумкин). Пировард оқибатда, мобиль аппарат E_2 уясига handoffни содир этганида у E_A уясидан фойдаланади ва яна бу гал фақатгина антеннанинг орқа томонидан E_1 уяси билан интерференция қилади.

Шундай қилиб, секторли антенналардан фойдаланиш ёрдамида ва секторларнинг даражаси ва типига қараб интерференциядан ҳимоя ортиши мумкин. Жаҳон тажрибаси шундан далолат бериб турибдики, бу ҳолда 60 градусли антенналардан фойдаланиш энг кўп самара беради.



7 уяли структура

7 уяли структура — уяли системаларни секторларга бўлиш учун энг кўп фойдаланилаётган муштарак структурадир. Бундай уяли БСларни ўзига хос 3 бурчакли ўрнатиш платформасига қараб таниб олса бўлади. Бундай платформалар «Ўздунробита» қўшма корхонасининг базавий станцияларида ҳам қўлланилмоқда. Бундай секторли БС секторларга бўлинган узатувчи ва қабул қилувчи антенналарга эга. Бу структуранинг бир нечта турлари (вариаци-

ялари) бор. Унинг энг содда шаклида узатувчи ва қабул қилувчи антенналар 120° дир ва фақатгина битта қабул қилувчи антеннадан фойдаланилади. Ёйиш учун кўпроқ иккита қабул қилувчи антеннадан фойдаланадилар.

4 уяли структура

Назарий жиҳатдан шуни исботлаб бериш мумкинки, 7 ёки 12 уяли структуралардан фойдаланилганига қараганда, 4 уяли структурадан фойдаланилганида анчагина баланд зичликка эришиш мумкин. Амалиётда эса, фойда назариядаги каби у қадар кўп эмас. Лекин шу нарса равшанки, 4 уяли структуралар муайян даражада, 7 уяли структураларга нисбатан самаралироқдир.

БСнинг сиғими нечоғли юқори бўлса, конкрет уя шу қадар кичкинадир. Бунинг боиси шундаки, каналларнинг исталган муайян сони учун 4 уяли структура каналларни 24 гуруҳга бўлади, 7 уяли структура эса каналларни 21 гуруҳга бўлади.

4 уяли структура уяли БСларни синчковлик билан (танқидий нуқтаи назардан) жойлаштиришни талаб этади; агар бунга эришишнинг иложи бўлмас экан, бу ҳолда унинг самарадорлиги пасаяди. Лекин ана шу чеклашларга қарамай, Эрл/км.да 4 уяли структуралардан фойдаланиш самаралироқдир.

4 уяли секторли структура Моторолла версиясидан айниқса яққол кўриниб туради, бу структура 360 ни қоплаб олишга имкон берадиган қилиб монтажланган ҳамда 6 та 60 градусли сектор антенналардан фойдаланади. Ана шу хусусий системада узатувчи антенна айланмадир ҳамда секторлар бўйича приёмниклар гуруҳи, айланма антеннада бўлганидек, трафик самардорлигининг бундай ёндашувини «эришилдиган» қилади.

Каналларни олиб туриш/ўрнини босиш

Каналларни олиб туриш/ўрнини босиш технологияси уядаги каналларни шиддат билан қайта тақсимлаш имкониятини берадики, бу уяда интерференция туфайли тўсиб қўйилган ўзининг бир нечта «нормал» каналлари бўлади. Бу эса, каналлар буйруқ (команда)га кўра олисдан туриб қайта созланишига йўл қўяди. Каналларни олиб туриш трафикнинг зичлигини 10-20 фоизга кўпайтириши мумкин, аммо бу жорий этиш учун қимматдир, ҳамда қайта ишловчи қувватнинг кўп қисмидан фойдаланади. Бу технологияни баъзан «каналларни шиддат билан тақсимлаш» деб аталади.

Антенналарнинг жойлаштириш баландлиги

Антеннанинг анча қўйи даражада жўн жойлаштирилиши, эҳтимолки, уя самарали радиусини камайтириш ва частотадан қайта фойдаланиш имкониятларини кўпайтиришнинг энг самарали усулидир. Агар уялар биноларда жойлаштириладиган бўлса, одатда антенна баландлигини камайтириш ниҳоятда мушкул бўлади. Биноларда станцияларни жойлаштириш учун жой танланаётганида ана шу ҳолатни назарда тутиш зарур. Аммо замонавий панелли антенналар биноларда жуда соз жойлаштирилади ҳамда биноларнинг деворига ҳар қандай баландликда монтаж қилиниши мумкин.

Мачталарда монтаж қилинган антенналар эса, бошқа жиҳатдан, антенналар даражасини ўзгартириш учун катта имкониятга эгадир ва ҳатто турли секторларни турлича даражаларда ўрнатиши мумкин. Уяли антенналар учун умум томонидан қабул қилинган жойлаштиришнинг уч бурчакли структураси барча секторларнинг бир даражада монтаж қилинишини назарда тутати. Кўпинча бу усул қўлланилади, лекин айрим ҳолларда (айниқса маҳаллий ҳудуд нисбатан ясси бўлганида) бу лойиҳачи учун имкони бўлган эркинлик даражасини чеклаб қўйиши мумкин.

Илгари таъкидлаб ўтганимиздек, антеннанинг эгиб қўйилиши канал ичидаги интерференция ва қўшни каналлар интерференциясига қарши самарали воситадир, лекин бу мобиль аппарат билан БС ўртасидаги интерференция муаммосига қарши унча самарали бўлмайди. Кўпроқ ахборот олмақлик учун шу параграфдаги «Антеннани эгиб қўйишдан самарали фойдаланиш» мавзуга эътибор беринг.

Интерференцияни бартараф эйтиш

Частоталардан анчагина ортиқча фойдаланилаётган барча системаларда интерференция бўлади. Оператор «ўзга ташувчиларни илғаб олиб» авария сигналларини сезганида у яна ҳам яққол бўлиб қолади. Интерференция кучайиб кетиши биланоқ (яъни частоталардан мўътадил ортиқча фойдаланилганида икки фоиздан бошлаб то 5 фоизгача ўзгарганида — бу гап шаҳарнинг энг йирик амалий районларига дахлдор) тўғрилашга уриниш зарур.

Авариялар тўғрисидаги ҳисоботлардан қайси каналлар кўпинча интерференцияга дучор бўлаётганини аниқлаш мумкин бўлиши керак. БСда спектр анализатори муаммоси миқдорини аниқлаб олиш навбатдаги қадам бўлади. Каналлар ҳар гал бир мартадан текшириб турили-

ши лозим (ускуна бир нечта канални алоҳида-алоҳида кузатиб туриши мумкин бўлган ҳоллар бундан мустаснодир), улар яна ЧНН мобайнида текшириб турилиши даркор. Тест синовидан ўтадиган каналлар тест даврида хизмат кўрсатишдан ажратиб қўйилиши керак, токи ўлчанаётган ҳар бир сигнал интерференция натижаси бўлсин.

Интерференция сигналининг кучи ҳам ва унинг манбаи ҳам (SAT то-нидан) аниқланиши лозим. Спектор анализаторидан фойдаланиш интерференция даражаси тўғрисида тасаввур ҳосил қилиш имкониятини беради. Аммо РЧ халақитнинг энг кўп эҳтимол тутилган манбаи интерференциянинг беқарор ва вақтинчалик тусида бўлади. Бунинг маъноси шундаки, спектр анализатордан фойдаланишнинг универсаллиги чеклангандир.

Интерференция даражасини аниқлашнинг энг самарали усули — рақамли монитор билан бир неча кун мобайнида сигнал даражасини кузатиб боришдирки, мазкур монитор интерференциянинг ўртача даражасини ва унинг давомийлигини қайд этади. Табиийки, олинган ўртача маълумотлар интерференция бўлмаган вақтни қамраб ололмайди.

Интерференция даражаси аниқланиши биланоқ, сиз йўл қўйиш мумкин бўлган даража (у одатда 2 фоиз миқдорида қабул қилинган)ни олиш учун уни қанчага камайтириш зарурлигини билиб оласиз.

Интерференцияни камайтириш учун қўлланилиши мумкин бўлган вариантлар қуйидагилардир:

- антенна баландлигини камайтириш
- TX (узатувчи) қувватини ва Ку RX (приёмник) қувватини камай-тириш
- Антеннанинг эгилишидан фойдаланиш

Агар иложи бўлса, қабул қилувчи антеннанинг баландлигини па-сайтириш энг мақбул йўл бўлур эди. Антенна баландлигини 50 фоиз пасайтириш ўртача қабул даражасини тахминан 6 дБга камайтириш де-мақдир. Шундай қилиб, агар антенна 30 метр баландликда ўрнатилган бўлса, бу ҳолда қабул қилувчи антеннанинг баландлигини 10 метрга камайтириш интерференцияни 12 дБга озайтириш демақдир.

TX узатувчи антеннаси осмаси баландлигини камайтириш ҳам маъқул бўлур эди, лекин бундан тузукроқ даражага эришиб бўлмайди, бундай даражага эса қабул антеннасининг осмаси баландлигини ка-майтириш билан эришиш мумкин бўлур эди. Аммо системанинг балан-сини сақлаш муҳимдир.

Антеннанинг баландлигини осонлик билан камайтирса бўладиган-дек туюлсада лекин бу кўп жиҳатдан антенна ўрнатилган структурага боғлиқдир. Миноралар бунинг учун энг мақбул ечимдир.

Антеннанинг осмаси, кейинчалик антенна ўрнатилган даражаларни пасайтириш имкониятини берадиган қилиб лойиҳалаштирилиши мумкин, лекин бу ҳолда БС секторларидаги олтига атрофидаги антенналар бино баланглигининг ўртача даражасида бўлади, деб уйларнинг айрим эгаларига уқтириш осон бўлмайди. Бу ҳолда, эҳтимол, приёмник/узатувчи қувватини камайтириш масаланинг ечими бўлар.

ТХ узатувчининг қуввати тахминан 10 дБга камайтирилиши мумкин, бунинг учун даражани назорат қилишнинг ўрнатилган қурилмаларидан фойдаланилади (бу ўринда қувватни камайтиришнинг амалдаги диапазони ҳар бир ишлаб чиқарувчи учун ўзига хос бўлишини айтиб ўтиш керак). Аксарият ишлаб чиқарувчиларда, қувват кучайтиргичлари диапазони одатда 5, 25, 40, 50 ва 100 Вт миқдорларини қабул қилинган. Эҳтимолки, анча пастроқ қувват блокини мослаштириш лозим бўлар эди. Бу ўринда шуниси эсда тутиш керакки, системада аттенюаторларни ўрнатишдек бошқа йўл арзонга тушмайди. Чунки пировард оқибатида қувватнинг тарқалиб кетиши эффементи борки, бу электр энергия харжларининг кўпайиб кетишидан кўриниб туради.

РХни қабул қилиш даражалари жўнгина ёйишни бартараф этиш билан 3 дБ ва 6 дБга осонгина камайтирилиши мумкин (фойдаланилаётган ёйиш тилига боғланган амалдаги камайтириш). Аттенюаторлар (сусайтиргичлар)ни РЧ тақсимооти биринчи кучайтиргичи ва антенна ўртасидаги трактда жойлаштириб, яна қўшимча камайтиришга эришиш мумкин.

РХ/ТХ даражаларини пасайтириш учун пастроқ КУли антенналардан фойдаланиш тавсия этилмайди. Чунки бундай антенналар сербар «қулоқларга» эгадир. Шунинг учун ҳам кўп манбалардан интерференцияни қабул қилиб олиши мумкин. Агар имконият бўлса, КУси баланд бўлган антенналардан фойдаланиш айна муддао бўлади.

Энди антенналар ҳақида гапирадиган бўлсак, чакирувларнинг йўқолиб кетишида намоён бўладиган ёмон сифатнинг манбаларидан бири (бу аслида интерференция ваҳидан бўлмаслиги ҳам мумкин) таянч структурада дурустроқ мустаҳкамланиб ўрнатилмаган баланд КУли антенна бўлиши мумкин. КУси +13 дБга баробар бўлган антенналар фақат бир чеккасига мустаҳкамланиб нормал ўрнатилиши мумкин. Айна вақтда, агар антеннани эгиш зарурати бўлмаса, бу муаммо бўлмай қолиши мумкин. Лекин биз шу бобда кейинчалик баён этмоқчи бўлганимиздек, антеннанинг бир қадар эгилиши ҳам хизмат кўрсатилаётган ҳудуднинг анчагина камайишига сабаб бўлиши мумкин. Антенналар пастга анчагина эгилган ва уларнинг конструкцияси антенналарга шамолда тебраниб силжиб туришга имкон бераётган ерларда, қоплаш зонаси чегарасида ишлаётган мобил аппаратлар шамолнинг ҳар бир хуружида сервис хизматиға бир кириб, бир чиқиб туришлари эҳтимолдан нари эмас.

Ҳамонки, антеннанинг эгилишидан фойдаланмоқчи экансиз, унинг шиқ монтаж қилинишига кафолат беринг!

Бу опциялардан учинчиси антенналарни пастга эгишдир, бу интерференцияни камайтиришнинг жуда кам самара берадиган усулидир. Антеннани эгиш қоплаш зонасини камайтиришда самаралидир. Шундай қилиб, уяли зичликни кўпайтиради.

Уяли радиосистемаларда қўлланилаётган антенналарнинг тиглари

3.8-расмда антенналарнинг энг кўп қўлланиладиган структуралари тасвирланган.

А.Омни (айланма) антенна
9 дБ



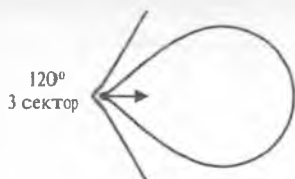
Интерференциядан
ЭНГ кам ҲИМОЯ

В А180° панелли антенна



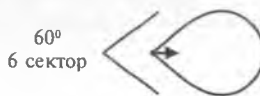
С. А120° секторли антенна
17 дБ

Front to back - 20 дБ муносабати



Д. А60° панелли антенна
17 дБ

Front to back - 20 дБ муносабати



Интерференциядан энг кўп ҲИМОЯ

3.8-расм. Уяли радиосистемаларда қўлланиладиган антенналар структураси.

Кабелларнинг қўлланилиши

LEAKY-кабел деб аталмиш кабелларнинг алоҳида типидан фойдаланиш (бинолар, тунеллар ва бошқа катта комплексларда «ички» антенна сифатида сервис қопламини таъминлаш учун қўлланилади) яхшироқ сифатли сервисни ва частоталардан яхшиланган қўшимча фойдаланишни таъминлайди, чунки биноларнинг ўзи интерференцияга қарши самарали ҲИМОЯдир. Мазкур технология тобора жозибадор бўлиб боравергани сайин, уялар камайиб бормоқда.

Системанинг параметрлари

Уяли системалар бир канча параметрларга эгадирларки, булар БСнинг самарали (сифатли) ишлашини ўзгартириш учун модификация қилиниши мумкин. Қуйидаги параметрлар частотадан қайта фойдаланишни яхшилаши мумкин:

- handoff учун сигнал даражаси ўлчанади (у 64 дБдан юқори даражада ўзгариб туради). Бу даражанинг кўпайиши уянинг самарали миқёсини камайтиради.
- handoff олдидан сигнал-шовқин даражаси ўлчанади. Бу даражанинг кўпайиши handoffнинг барвақтроқ пайдо бўлиши сабабидир.
- Чақирувни узиш олдидан сигнал-шовқин даражаси ўлчанади. Бу уя самарали радиусни кенгайтириш ёки торайтириш учун фойдаланилиши мумкин.
- Даража ўлчанаётган бир пайтда мобиль аппарат қувватни кўпайтириш/пасайтириш бобида созланади, яъни унга «маслаҳат берилади». Қувват илгарироқ пасайтирилгудек бўлса, интерференция камаяди.
- Сигналнинг блокировка даражаси ўлчанади — бу шундай даражаки, унда интерференция каналларни тўсиб қўяди. Бу даражанинг кўтарилиши каналларнинг тўсилиши оқибатида зўриқишни камайтиради, мабодо бу даража ғоят паст созланган бўлса, бу ҳолат маълумотларни узатишда хатоларга олиб келиши ва оқибатда чақирувлар йўқолиб қолиши мумкин.

Мазкур параметрлар коммутация станцияси орқали БСга юкланади ҳамда маълумотларни оддий киритиш билан созланиши мумкин. Хар бир БС алоҳида созланиши зарур, бундан мақсад — ана шу даражалардаги ўзгаришнинг нечоғли фойдали эканлигини аниқлашдир. Интерференцияга дучор бўлган, диапазоннинг кенгайишини талаб этаётган зўриққан соҳалардаги параметрлар ва интерференция чиқиб келаётган параметрлар эҳтимол, фойдали бўлар.

Антеннани пастга эгиб қўйишдан самарали фойдаланиш

Антеннани пастга эгиб қўйиш кичик уялар олиш ҳамда частоталардан самарали ортиқча фойдланишга эришишнинг жуда кўп қўлланиладиган технологиясидир. Бу технология яхши ишлайди, лекин унинг қуйидаги шarti бор: фақат кичик уяларда (радиуси тахминан 500 метр)

ишлатилиши ва эгиб қўйиш миқдори аниқ ҳисоблаб чиқилиши зарур; лекин бу усул катта уялар учун бесамарадир.

Антеннани пастга эгиб қўйиш қўйидагиларни самарали камайтиради:

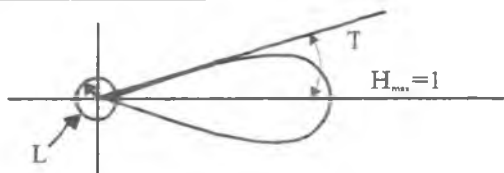
- трафикнинг яна ҳам зичроқ бўлишини таъминлаш учун уяни қоплаш;
- канал ичидаги интерференция ва бошқа уяли станцияларга қўшни каналларнинг интерференцияси;
- каналларни ички каналли мобиль аппаратлардан блокировка қилиш.

Кичик ва янги системаларда одатда антенналарни эгиб қўйиб фойдаланиш тавсия этилмайди, агар уя радиуси камайиши билан биргаликда содир бўладиган, исботланган зарурат бўлса, унда бошқа гап.

Антеннанинг каттароқ оғиш бурчаги (5° дан кўпроқ) жуда камдан-кам асосланган бўлади ва одатда самарали бўлмайди, жуда кичик уялар бундан мустаснодир. Антеннани пастга эгишдан илгари текшириш йўли билан шу эгиш туфайли дастлабки қоплашни аниқлаб олиш лозим бўлади ҳамда ҳисоблаб чиқилган эгиш жорий этилгандан кейин яна бир қарра тадқиқотлар ўтказиш даркор. Бундан муддао — нотекис қоплаш эгиш бурчагининг ўзгариши натижаси эмаслигига ишонч ҳосил қилишдир. Антеннани пастга эгиш олисдаги майдоннинг кучланишини тубдан камайтиради; лойиҳачи бу технологияни жорий этаётганида оқибатларини билиши керак.

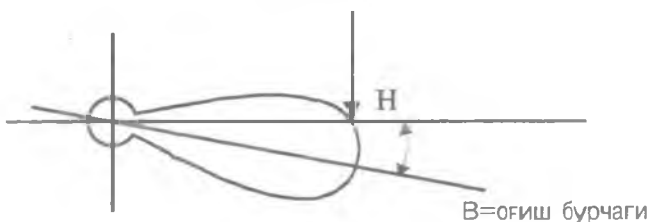
КУси юқори бўлган (6 дБдан юқори) айланма антеннани бир неча градусдан ортиқроққа бепарволик билан эгиш самарадорликнинг анча камайишига олиб келиши мумкин. Агар монтажчи антеннани текислашни тўғри адо этмаса, ёки монтаж ёмон бўлиб, антенна вақти келиб ўз-ўзидан эгилаверса, шундай бўлиши мумкин. Бўрон ва бошқа ташқи таъсирлар ҳам ана шундай муаммони юзага келтиради. Кимки КУси паст (6 дБ ва бундан ҳам кам) антенналар билан яхши таниш бўлса, шуни биладики, бундай антенналар эгилганида бу муаммо унчалик сезилмайди. КУси 6 дБдан юқори бўлган ва пастга эгиб қўйилган ҳар қандай антенналар билан эҳтиёткорлик ила ишлаш зарур.

Уқиб олиш осон бўлмағи учун мукамал бурчак қайтаргичини кўриб чиқайлик, унинг структураси 3.9-расмда кўрсатилган. 3.10-расмда эса, антенна Вга эгилганида содир бўладиган нурланиш структураси кўрсатилган. 3.9-расидан кўриниб турибдики, олисдаги майдон ERPси (горизонтал ERP) эндиликда Нга баробар. Н — Е ёки Н компонентлари сифатида ўлчанган майдон кучланишининг бош ўқ (яъни, $0 \leq N \leq 1$) бўйидаги миқдорга нисбат сифатида нормал ифодаланади. Шундай қилиб, антеннани пастга эгиш ёрдамда олисдаги майдоннинг сусайиши $20 \log N$ дБга баробардир.



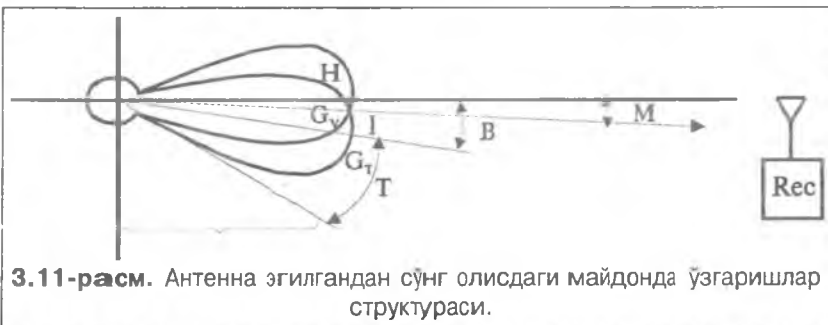
T — бош япроққа нисбатан тангенс бурчаги
 L — бош япроққа нисбатан ташқи кучайтириш

3.9-расм. Кучайтирувчи антеннанинг вертикал (тик) нурланиши структураси.



3.10-расм. Эгилган антенна структураси

Ҳам яқиндаги, ҳам олисдаги майдоннинг кучланиши амалиётда локал халақитлардан (фондан), айниқса, юсак зичлик муҳитларига боғлиқ бўлади. Халақитни (фонни) нол деб фараз қилиб, буни пухта ўрғаниш мумкин. Эгиб қўйилган антенна ҳамиша ўртача майдонда тик ўрнатилган антеннага нисбатан нисбий кучланишга эга бўлади, бу ҳол 3.11-расмда кўрсатилган.



3.11-расм. Антенна эгилгандан сўнг олисдаги майдонда ўзгаришлар структураси.

Энди горизонтал юзада ўлчанган вертикал антеннага нисбатан эгилган антеннанинг КУсини кўриб чиқайлик. М бурчагининг функцияси сифатида (антеннадан приёмника бурчак)

$M=0^\circ$ бўлганида кучайиш

вертикал антенна=1,

эгилган антенна=N,

эгилган антеннанинг нисбатан кучайиши

$дБ = 20 \log N - 20 \log 1 = 20 \log N$.

Қуйидагиларни эътиборга олинг: $N < 1$, шу боисдан ҳам эгилган антеннанинг нисбий кучайиши салбийдир ёки Мнинг бошқа ҳар қандай ўлчанган бурчагида нолга баробардир. Кучланишдаги тафовут қуйидагига баробар:

$$20 \log G_v - 20 \log G_r,$$

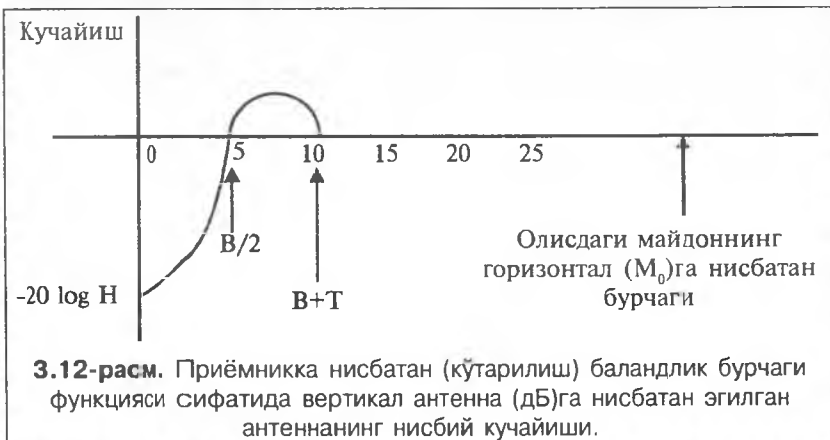
бу ерда

G_v = горизонтга нисбатан M_0 ўлчанганида вертикал антеннанинг кучайиши

G_r = горизонтга нисбатан M_0 ўлчанганида эгилган антеннанинг кучайиши

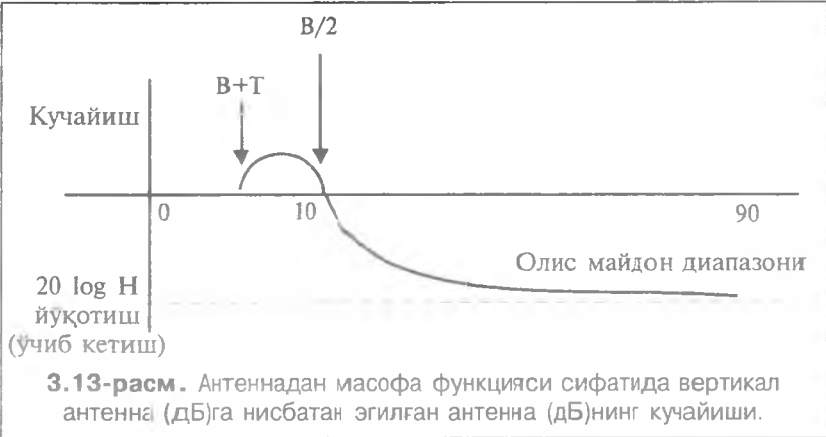
B = оғиш бурчаги

3.12- ва 3.13-расмлардан кўришиб турибдики, ушбу тафовут (эгилган антеннанинг нисбий кучайиши) Мнинг ўсиши билан ортиб бораверади ва икки структура симметрик кесишганида (I нуқтаси) нолга баробардир. Бу бурчак $M=B/2$ кабудир. Эгилган антенна нисбий мусбат кучайишга эгадир, у ўсиб бораверади ва пировард оқибатда $B+T$ бурчагида нолга баробар бўлади, бу ерда T япроқ уринмасига бурчакдир.



Таъкидлаш лозим бўлган муҳим жиҳатлар қуйидагилардир:

1. Олис майдондаги йўқотиш (сўниб кетиш) = $20 \log H$ (шу боисдан ҳам интерференциядан муҳофаза фактори = $20 \log H$).
2. Мобиль аппаратнинг кучайиши $V/2$ дан фақат $V/Т$ гача бўлган бурчак диапазонида амалга ошиши мумкин; яъни бурчак диапазони $h/tg(V/2)$ (бу ерда $h=BC$ баландлиги). Ана шу диапазондан ташқарида майдон кучланиши камаяди. Шундай қилиб, антеннанинг пастга оғиши муаммоси равшан бўлди.



Агар мобиль терминалнинг мақбул самарадорлиги аниқланаётган бўлса, $V/2$ (V =антеннанинг пастга эгилиш бурчаги) кичик бўлиши керак. Аммо $V/2$ нинг кичик нисбати олис майдоннинг кам йўқолиши (сўниб кетиши)га олиб келади (шунинг учун интерференциядан муҳофаза ёмон бўлади). Бу нурнинг эни нихоятда торайишига қадар давом этади.

Шундай қилиб, антеннанинг баландлиги ва қиялиги бир-бирига боғлиқ бўлган параметрлардир. 3.2-жадвалда кичик уя ишидаги антенна баландлиги ва оғишининг самаралари кўрсатилган. Ана шу бир-бирига мухолиф омиллар туфайли (бу ўринда частоталардан такрор фойдаланиш муҳим бўлади) антенналарнинг кичикроқ баландлигидан ва уларнинг каттароқ оғишидан фойдаланиш яхшироқдир. Шуни ёдда тутиш керакки, антеннанинг орқа томонидан олинган интерференция кучайиш катталашгани сайин ортиб боради ва виртуал тарзда антеннанинг оғишидан мустақил бўлади. Юксак зичлик шароитида бу катта муаммодир.

3.2-жадвал. Кичик уялар ишида баландлик ва оғиш самараси

ПАРА-МЕТР	Кичик уялар ишида баландлик ва оғиш эффеќти	
	PROS	CONS
Баландлик	Катта оғишдан фойдаланилаётганлиги учун (ўша-ўша диапазон учун) ўсиб кетган баландлик олисдаги майдонда йўқотувларни кўпайтиради	Антенна кучайиб кетгани учун олис майдонда ўсиб кетган баландлик интерференция манбаидаги йўқотув (сўниб кетиш)ни кўпайтиради. Ўсиб кетган баландлик, шунингдек, БС приёмникларидан келаётган интерференциядан муҳофазани пасайтиради.
Бурчак	Ортган оғиш олис майдонда йўқотувни кўпайтиради	Ортган оғиш хизмат кўрсатишнинг ички зонасида қўл аппарати диапазонини камайтиради.

Бу ўринда баландлик билан кучайиш (баландлик эвазига наф) баландликнинг $a 20 \cdot \log (m)$ ва йўқотиш (сўниб кетиш) аввалига, қўл аппарати-нинг талаб этилган диапазонини аниқлаш билан сўнгра $(B/2) = \arctg (\text{баландлик}/\text{диапазон})$ (бу ерда B —антеннанинг пастга оғиши)дан фойдаланиб ҳисоблаб чиқилиши мумкин. Вдан олисдаги майдоннинг H —йўқотиш (сўниб кетиш)ни аниқлаш учун нурланиш структурасидан фойдаланинг.

Мисол

3.13-расмдаги антеннанинг структурасини кўриб чиқайлик. Мақсад БСнинг осиб қўйилган антенналари баландлиги 30 метр бўлганида станциядан 1 км. масофада мобиль аппаратнинг яхши қопловига эришишдир. Бунда:

$$B/2 = \arctg (30/1000) = 1,7^\circ$$

$$B = 3,4^\circ$$

Мазкур антеннадан етарли олисдаги майдон кучланишининг камайиши куйидагичадир:

$$20 \cdot \log H = 1,1 \text{ дБ,}$$

Амалда буни жорий этиш жуда қимматга тушади. (3.14-расм).

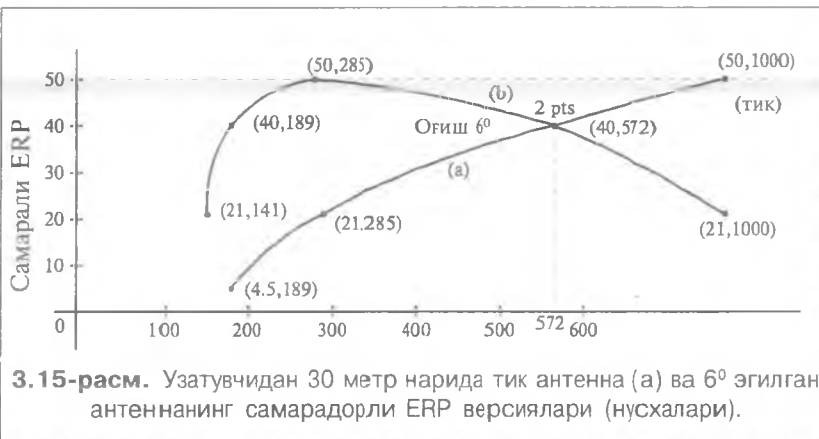


60 метр баландликда ўрнатилган ўша антенна

Шуни кўрсатиш мумкинки, 60 метр баландликда ўрнатилган антенна худди ўшандай 1 км.ли диапазонга эришиш учун $6,8^{\circ}$ га тенг бўлган оғиш бурчагини ва олисдаги майдоннинг $6,8$ дБга тенг бўлган сўнишини талаб этади. Кучайтириш баландлиги 6 дБга ва олис майдондаги соф ўчиш $2,6$ дБга баробардир.

Шуни ёдда тутинки, баландликнинг 6 дБга кучайиши антеннанинг кучайишига тескари йўналишда қўшилгандир. Шундай қилиб, антенна интерференцияга дучор бўлишга анча «мойилдир», шу боисдан ҳам юксак зичлик соҳаларида каналлар блокировкаси (тўсилиши)га ҳам «мойилдир».

Гарчи баланд станциялардаги катта уялар аслида антеннанинг эгиб қўйилишидан кўп наф кўрмасаларда, мўътадил баландликдаги кичикроқ уялар ана шундай афзалликларга эга бўлади. Энди дастлаб 30 метр баландликда жойлашган станцияда антеннанинг оғиши 6° га баробар бўлганида кучланиш графигини кўриб чиқайлик, бу 3.15 -расмда кўрсатилган. Расмдан кўриниб турганидек, фақатгина 572 метр ($B/2=3^{\circ}$) масофада иккита система бир хил майдон кучланишига эгадир. Масофа кам бўлганида эгилган антенна нисбий кучайишга эга бўлади. Энг олис жойлар (лифтли шахталар ва ертўлалар мустаснодир), 570 метр диапазондаги аксарият худудлар антенналарни эгмасдан ҳам, эҳтимол, яхши қопланар. Антенна яқинида жойлашган ва антеннанинг пастга эгилиб қўйилиши билан боғлиқ бўлган қоплашнинг ҳар қандай яхшиланишининг нозик жиҳатлари бор.



3.15-расм. Узатувчидан 30 метр нарида тик антенна (а) ва 6° эгилган антеннанинг самарадорли ERP версиялари (нусхалари).

Олисдаги майдон кучланишининг (бу ҳолда 21 Вт ERP гача ёки 3,8 дБ) нисбатан камайиши антенна оғишининг энг фойдали самарасидир, лекин бу ҳали ҳам кўп эмас, аммо шуни ёдда тутингки, антеннани яна 1° га (то 7 градусга қадар) оғиши олисдаги майдон йўқотиши (сўниши)ни 9,8 дБга қадар кўпайтиради, айти пайтда тенг олисдаги майдон кучланишининг диапазони 490 метрга қадар камайтиради.

Антеннани эгиб қўйишдан амалиётда олинадиган самара

Антеннанинг пастга эгиб қўйилиши жуда кичик уялар учун (радиуси тахминан 500-1000 метр) энг самарарилдир. Бу ўринда Тга яқин бўлган оғиш бурчаги билан биргаликда фойдаланилади (яъни тик тарқаладиган структура нури энининг ярми). Антеннанинг эгиб қўйилиши частоталардан ортиқча фойдаланиш учун анча катта имконият беради, лекин кўпинча хато тасаввур қилишаётганидек, қўл аппаратининг қопланишини яхшиламайди.

Антеннани эгиб қўйиш частотадан ортиқча фойдаланишни яхшилаш учун сўнгги восита методи бўлиши лозим. Бу эса, 3.3-жадвалдан кўриниб турганидек, диапазонни қатъий чеклаб қўяди, мазкур жадвалда оғишнинг баландлиги ва бурчаги функцияси сифатида оғувчи нур маркази нуқталари диапазони кўрсатилган.

3.3-жадвал. Антенна турлича эгилганида ва турлича баландликда бўлганида антенна учун нур марказидан диапазон.

Оғиш (град.)	Антеннанинг баландлиги		
	30 м	50 м	70 м
0	чексизлик	чексизлик	чексизлик
2	860м	1400м	2005м
4	430м	710м	1000м
6	280м	475м	660м
8	210м	350м	500м
10	170м	280м	400м

Интерференциянинг камайишига уяли станцияни синчковлик билан танлаб олиш, антенна баландлиги ва handoffни назорат қилиш, частотали режалаштириш ва каналларни шиддат билан тақсимлашга ўхшаш айрим сира қутилмаган ниҳоятда замонавий технологиялар билан эришилади. Антеннанинг эгилиши фақат онда-сондагина эгилиши 10° дан ортиши керак. Агар зарур даражада эҳтиёткорлик қилинмаса, эҳтимолки бу қоплашда маҳаллий «ўлик зоналар»га олиб келиши мумкин. Мазкур методдан ниҳоятда эҳтиёткорлик билан фойдаланиш лозим.

3.2. УЯЛИ АЛОҚА БАЗАВИЙ СТАНЦИЯЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШТИРИШ

БС ни танлаб олиш базавий станцияларни ўрнатиш учун энг яхши жойни танлаб олиш жараёнидир. Бу жараённинг ярми илмий, ярми ижодийдир. Лойиҳачилар учун уяли системанинг энг муҳим характеристикаси бу системанинг қопланишидир. Демак, системада буюртмачи истагини — мантиқий жиҳатдан белгиланган хизмат кўрсатиш зонасини яхши қопланишига эришиш зарур. Одатда уяли компанияларнинг эгалари частоталардан қайта фойдаланишдан ҳам, ва айниқса, кичик шаҳарларда яхши қопланишдан ҳам манфаатдор бўладилар. Шунинг учун ҳам базавий станцияларнинг энг яхши ўрнини танлаб олиш заруратдир. Кўпинча лойиҳанинг ана шу қисмига етарли эътибор берилмаслиги оқибатида система ишининг сифати паст бўлади.

Объектларни лойиҳалаштириш

Объект имкони борича тежам билан лойиҳалаштирилиши ҳамда бирор бир жиддий узилишсиз ва етарли даражада сифат билан. частоталардан қайта фойдаланиш методини қўлланиш имкониятини берадиган қилиб бунёд этилиши лозим. Кўпгина техникавий журналларда 90 фоиз вақт учун майдоннинг 90 фоиз қопланиши белгилаб кўйилган. Агар система худди шу принципга ҳарфма-ҳарф риоя этилиб лойиҳалаштирилган бўлса, аслида қопланиш жуда ёмон бўлади, яъни хизмат кўрсатиладиган ҳудуднинг бор-йўғи 81 фоизда «муваффақиятли» қақирувлар учун зарур бўлган майдоннинг муқобил кучи таъминланади. Аслида эса, «майдонни 90 фоиз қоплаш» деб аталмиш стандарт тушунчаси бир қадар бошқа маъно-мазмунга эгадир. Бунинг моҳияти шундаки, исталган вақтда хизмат кўрсатилаётган ҳудуднинг 90 фоизи қопланиши керак ёки хизмат кўрсатиш зонасининг 90 фоизда муҳит ва вақтнинг исталган нуқтасида муайян стандартга эришилиши зарур.

FCCнинг тавсиясига кўра, БСдан келаётган майдон кучининг чега-ра даражаси 39 dBmV/m (D-AMPS/AMPS)га баробар бўлиши зарур. Гарчи бу рақам аслига тўғри бўлса ҳам, бу муросадир. Амалиётда эса, рисоладагидек сервис учун зарур бўлган майдон кучининг даражаси жой хусусиятларига боғлиқ бўлади. Амалдаги мақсад — ер юзидаги телефон ленияси S/N билан таққосланадиган S/N (сигнал/шовқин) нис-батига эришишдирки, бу ер юзидаги телефон лениясида одатда 30дБ га баробардир (Европадаги айрим компаниялар 20 дБдан фойдалан-моқдалар, бу жуда ёмон телефон лениялари сифатидан ҳам пастроқ-дир). Ер юзидаги линиялар системаларида одатда 40 дБга ва бундан юқорироқ кўрсаткичга эришилади.

3.4-жадвалда чегараларнинг ҳақиқатга яқинроқ миқдорлари келти-рилган. CBD шаҳар зонасини ифодалаш учун бирор-бир қатъий қоида йўқ (бу ўринда шаҳарнинг марказий амалий районлари назарда тутилмоқда), лекин кўп қаватли биноларда мобиль аппаратлардан фойдаланиш учун мо-биль даражалар бўйича 20-30 қўшимча дБ талаб этилади, деб ҳисоблани-лади. Уяли аппарат учун яхши қопланиш деганимизда сигналнинг шундай даражасини тушунамизки, бу ҳолда пастки қаватлардан то юқори қават-ларгача бутун бинода овознинг сифати таъминлансин (лифтлар ва улар-нинг ён веридаги-икки метр наридаги жойлар бундан мустаснодир).

3.4-жадвал. Уяли алоқа айрим системалари учун уяли станцияларнинг чегаралари

ЗОНА	Тавсия этилган майдон кучланиши AMPS/NNT450	Ўртача TACS	GSM	NMT900
Шаҳар CBD	60 dBmV/m	62	72	68
Шаҳар атрофи	39 dBmV/m	41	51	47
Қишлоқ	34 dBmV/m	36	46	41

Қоидалар ва чеклашлар

Барча янги ўрнатилган системалар яхши қопланишга муҳтож бўла-ди. Бу ишдан мақсаднинг дебочасидир. Аксарият уя операторлари БСни ўрнатиш учун ўзларининг афзал кўрадиган жойларига эгадирлар. Булар қаторига шаҳарнинг ер юзасидаги тармоқларидаги коммутация теле-фон станциялари, радиотелевизион марказлар ёки сотиб олинган ёхуд ижарага олинган бинолар киради. Лойиҳачи бу афзалликларнинг бар-часини ҳисобга олиши лозим бўлса-да, лекин у бунинг эвазига лойи-ҳани мураккаблаштириб қўймаслиги керак.

Уя режасини (№=4, 7 ёки 12) мижозларнинг эҳтимол тутилган зичлигига қараб танлаб олиш лозим. Юқори зичлик учун №=4 режаси айниқса афзалдир. Аммо, аввал бошданок, 4 уяли система энг қиммат ва БС учун жой танлаб олишда жуда қатъий мезонларга эга бўлган системадир.

Зоналар чегараларини аниқлаш

Маълумки, радиотўлқинларнинг тарқалиши табиат қонунларига мувофиқ бўлади ва у шаҳар чегараларига ҳамда хизмат курсатиш зоналарига боғлиқ эмас. Шунинг учун ҳам тарқалиш характеристикалари билан белгиланадиган табиий чегаралар топилгунига қадар қоплашнинг аниқ зонасини белгилаб олиш у қадар аҳамиятга эга эмас. Аммо, ҳар қалай, зонани аниқроқ белгилаб олиш мақсадга мувофиқ бўлур эди, албатта.

Амал қилиш зоналари чегаралари аниқланаётганида техник ходимлар ва маркетинг хизмати билан қатъий келишиб олиниши зарур.

Қоплаш чегараларида баландда жойлашган базавий станциялар — шаҳар атрофидаги жойлар ва аҳоли зич ўрнашмаган қишлоқ ҳудудлари учун жуда жозибадор ва тежамли ечимдир.

Одатда шаҳарнинг асл чегараларини аниқлаш, мижозлар зичлиги нуқтаи назаридан қараганимизда жуда мушкулдир. Шаҳар чегараларида турлича вариантлар бўлиши мумкин. Масалан, регионнинг шимолида жойлашган битта БС 1000 км² майдонни қоплаши мумкин. Айни пайтда жанубда жойлашган ҳудди шундай БС 300 км²ни қоплаши мумкин. Лекин бу ўринда шаҳар атрофидаги икки муҳим район қопланади. Шу сабабга кўра, система лойиҳалаштирилаётганида маркетинг хизматининг фикри эътиборга олиниши муҳимдир.

БС ўрнашган ерни аниқлашда лойиҳачининг эрки ўзида бўлади. Лекин аҳоли зич жойлашган районларда қопловнинг узлуксизлигини таъминлаш учун фақат биттагина энг яхши ечим бўлмаслигини муҳандислар билишлари керак, бошқа кўпгина қопланиши турлича бўлган муқобил ечимлар ҳам баб-баробар аҳамиятга эга бўлиши мумкин. Уртага қўйилган вазифани ҳал этмоқ учун маркетинг хизматиغا синчковлик билан тузилган картани тақдим этиш зарур, унда муқобил вариантлар билан қоплаш йўллари кўрсатилиши зарур. Бундай ахборот бўлмаса, маркетинг хизмати хулосалар чиқариш учун зарур асосларга эга бўлмайди.

3.2.1 БСни ўрнатиш учун жойларни белгилаш

БСни ўрнатиш учун танлаб олинган барча иморатлар инсталляция ва ускунани ишлатиш талабларига мувофиқ бўлиши лозим. Иморатларнинг саҳни камида 18-20м² бўлиши ҳамда баландлиги, ускунанинг устунчаларидан кейин камида 0,6м бўшлиқ қоладиган бўлиши керак. Ишлаб чиқарувчи фирмаларга қараб, ускуналарнинг устунчалари одатда 2,2 метр ёки 2,7 метр бўлади. Шунингдек, ускуналарнинг устунчаларига осонлик билан ўта олиш ҳам муҳимдир, токи ишлатиш вақтида қийинчиликлар бўлмасин. Агар БС шаҳар атрофида жойлашган бўлса, дарҳол таъминот манбаини ва БСга киришни тайин этиш лозим. Агар дастлабки инсталляция даврида шундай қилинмаса, кейинчалик бу анча қимматга тушиши мумкин. .

БСга борадиган улаш линиялари (радиолиниялари ҳам, жисмоний линиялар ҳам) энергиянинг зарур манбалари билан таъминланиши керак. Агар коммутатор билан алоқа учун радио реле линияларидан фойдаланилган бўлса, буларни ҳам дарҳол назарда тутиш керак. Шунингдек, БС антенналари анчагина катта бўлиши мумкин, бу эса 12 та ёки бундан ҳам кўпроқ) миқёси 0,2х2м (тахминан) бўлган сектор антенналарни ўрнатишни талаб қилиши мумкин. Гарчи БСларнинг “умри узоқ бўлиши” га кафолат бериш мумкин бўлмасада, лекин ҳар қалай ўрнатиш учун реконструкция қилиниши шарт бўлган иморатларни танлаш керак эмас, албатта.

БСни ўрнатиш лойиҳалаштирилаётган иморат зарур манба билан таъминланиши (400 Вт/канал, шу жумладан ҳаво конденционерлари) шунингдек, резерв таъминоти билан жиҳозланиши керак. БС биноларнинг томларида ўрнатилаётганида ускунанинг вазни одатдаги муаммо бўлади. 40 каналли БС ускунасининг ўртача вазни тахминан 6 тоннага баробардир. Бунга БС учун контейнер вазини ҳамда антенна мачта иншоотларини (АМС)ни қўшиш керак.

БСни ўрнатиш учун жой танланаётганида контейнер ва АМС ўрнатилиши зарурлигини ёдда тутиш керак. Гарчи уй-жой биноларининг томида БСни ўрнатиш имконияти бўлса-да, шу мақсад учун sanoat ва тижорат биноларидан фойдаланиш анча осон ва қулайроқдир.

БС учун бирор-бир нуқтанинг яроқлилиги — шу жойда ўрнатишнинг қонунийлиги, атроф муҳит шарт-шароитлари ҳамда БС эгасига бу ўринда қандай мажбуриятлар юкланаётгани билан белгиланади.

Агар иморат ижарага олинмиши мўлжалланаётган бўлса, ижаранинг энг кам муддати 5 йил бўлиб, бу муддатни ўзайтириш ҳуқуқи ҳам бўлгани маъқул. Бундан ташқари, монтажни шундай амалга ошириш лозимки, келажақда сиз ускунани яна кўчириш зарурати бўлишини назарда тутганингиз маъқул.

АМС қўлланиладиган жойларда, айниқса, уй-жой районларида даставвал маҳаллий аҳоли билан айрим масалаларни ҳал қилиб олиш лозим бўлади.

- ТВ-приёмниклар интерференцияга дучор бўлмайдами
- антенна хавфсизми
- мачта нечоғли баланд бўлади

Аслида бу масалалар сира муаммо эмас, аммо ҳар қалай маҳаллий аҳоли, албатта, шу саволларни беришига шай бўлиб туриш лозим.

TDMA (GSM/DAMPS) стандартидаги БС қурилмалари учун жой танлашда айниқса эҳтиёткор бўлиш зарур. Ана шу системалардан чиқаётган ЕМнинг (интерференция ЭМ) баланд даражаси шуни англатадики, сиз бошқа хизмат кўрсатувчи системалардан келиши мумкин бўлган интерференцияни синчковлик билан ҳисоблаб чиқишингиз лозим.

Унча катта бўлмаган шаҳарларда частоталардан такроран фойдаланиш шарт бўлмайди, шунинг учун ҳам баланд ерда ўрнашган «радиоэшиттириш» станцияларини танлаб олиш мумкин. Лойиҳанинг бундай тури қоплашнинг анча зич лойиҳаларидан фарқ қилади ва бир қадар энгилроқдир.

Катта шаҳарларда эса бунинг акси тўғри бўлади: танлаб олинган станциялар ҳам яхши сингишни (CBD бинолари ичида сервисни таъминлаши), ҳам қоплашнинг юксак зичлигини тақлиф этиши лозим. Конкрет БС хизмат кўрсатиш зонасини чеклаш учун ён атрофдаги бинолардан фойдаланиш имконияти бор. Агар частоталардан ортиқча фойдаланиш кўзда тутилаётган бўлса, бу ҳолда лойиҳа ижро этилаётганида частоталардан ортиқча фойдаланишни муқобил таъминлаш имкониятига жуда катта эътибор бериш лозим бўлади. Шуни таъкидлаш лозимки, антенна баланд иморатлар билан уралган ерда жойлашган бўлса (бу 3.16-расмда кўрсатилган), гарчи бу ҳол ана шу антеннадан бўладиган нурланишни чеклаш учун яхши метод бўлса-да, лекин ён атрофдаги бинолар акс этиш сабабчиси бўлади. Бу эса секторли антеннада фойдаланилаётган "back-to-front isolation" изоляциясини анча камайтиради. Агар ана шу чекланган ҳудудда частоталардан қайта фойдаланишни қўллаш зарур бўлса, шунинг ўзи муаммони келтириб чиқаради.



3.16. расм. Амал қилиш зонаси антеннанинг эгилиши ва ён атрофдаги бинолар билан чекланган.

Агар бинолар, 3.17-расмда кўрсатилганидек, виртуал (тик) жойлашган бўлса, барча мобиль станциялар ана шу антенна амал қилишининг зонаси ичида интерференция ҳосил қилади. Реал шароитларда (бундай шароит бўш муҳитдан фарқ қилади) КСВ нисбати тахминан фақатгина 10 дБ га баробар бўлади, бу ҳолда ҳатто антеннанинг орқа томонидан бўлаётган интерференция ҳам муаммо туғдиради. Бундай конфигурация қоплаш учун яхши бўлсада, лекин частоталардан такрор фойдаланиш учун ёмондир.

Антеннанинг эгилиши билангина чекланган амал қилиш зонаси



3.17-расм. Частоталардан ёмон қайта фойдаланиш.
Амал қилиш зонаси фақат антеннанинг эгилиши билан чекланади.

Частоталардан ортиқча фойдаланилаётганида шаҳарнинг марказий районлари учун хос бўлган жуда баланд биноларни четлаб ўтиш лозим (бу ҳолда антеннани пастга жуда эгиб қўйиш ҳам дуруст ёрдам бермайди). Навбатдаги баланд иморатларгача радиуси 500 метр бўлган очик майдонли кичик иморатлардан фойдаланиш яхши танлов саналади.

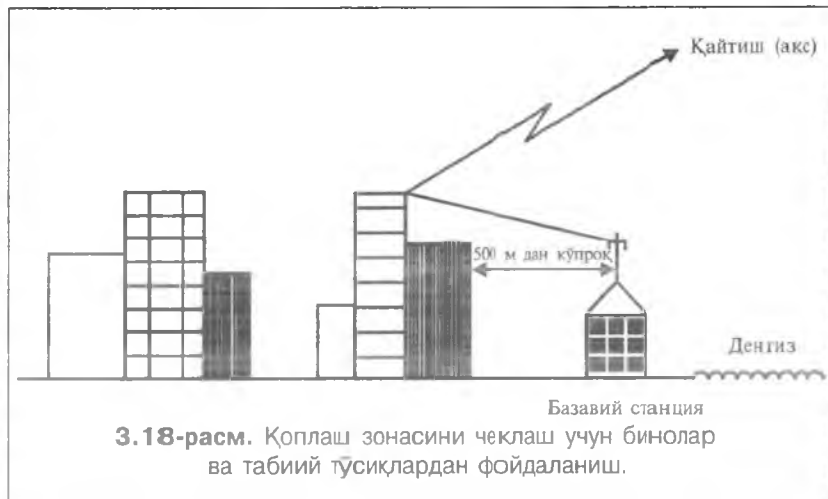
БСга «қўли етиши» асосий чеклашдир. Кўпгина ниҳоятда муносиб жойларнинг эгалари кооперацияга кирмаган. Лойиҳачи ихтиёрида кўпинча танлаш имконияти чекланган. Бу гап, аввало, шаҳар марказидаги станцияларга дахлдордир.

Бинолар томидаги айрим қурилмалар учун вазн ҳам муаммога айланади. Илгари эслатиб ўтганимиздек, 40 каналли базавий станция учун ускуна ва батареяларнинг вазни қарийб 6 тоннага етадики, бу ҳисобга контейнер ва АМС вазни кирмайди.

Алоҳида мулоҳазалар

Сигналнинг анчагина қайтиши (акси) катта иморатлардан бўлади. Бунинг натижасида секторли антенна “front-to-back immunity” коэффицентининг муайян қисми йўқ бўлиб кетади. Шу сабабга кўра, баланд

иморатларга «қараб турган» секторларга бўлинган станцияларни тадқиқ этиш жуда муҳимдир. Бу ўринда номинал уя нарисидаги зонага алоҳида эътибор бериш зарур. Номинали 22 dBга баробар бўлган антенна КСВ си нисбати қайтиш туфайли 6-15 dBгача тушиб қолиши мумкин (3.18-расмга қаранг). Бу камайиш мазкур уя тескари томонида бўладиган интерференциянинг оқибатида бўлиши мумкин.

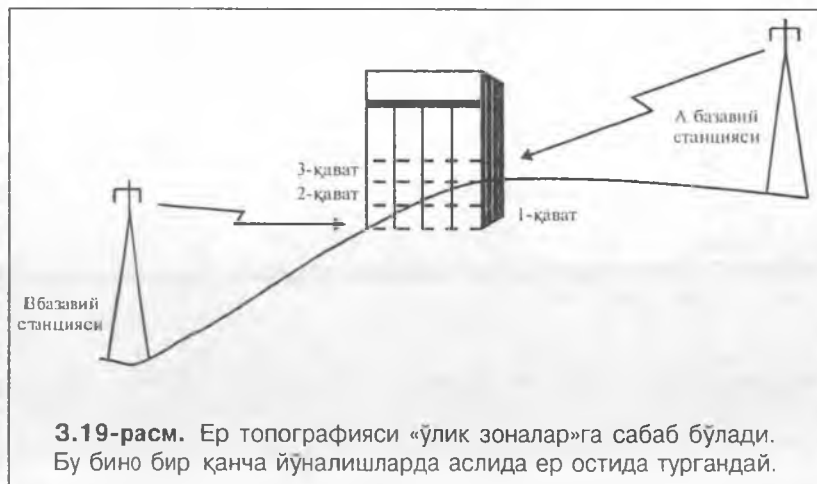


3.18-расмда частоталардан такрор фойдаланишни яхшилаш учун табиий ва сунъий чегаралардан фойдаланишнинг усулларида бири кўрсатилган. Агар, 3.18-расмда кўрсатилганидек, бинолар денгиз ёқасида ўрнашган деб фараз қиладиган бўлсак, бу ҳолда денгиз бўйида жойлашган БС уяларга самарали хизмат кўрсатиши мумкин. Айни вақтда амал қилиш зонаси яна ҳам баландроқ иморатлар билан чекланган-дирки, бу эса частоталардан самарали ортиқча фойдаланиш имкониятини беради.

Жуда зич зоналарда қайтган сигнал мазкур БСнинг чегарасидан нарида тикланаётганида, қайтган сигналлар интерференциянинг жиддий манбаи бўлиши мумкин. Антеннани пастга эгиб қўйиш бу муаммони камайтиради.

Бино текис жойда эмас, балки тупроқни суриб, чуқурлаштириб иморат қурилган бўлса, бундай жойларда ниҳоятда қийинчиликлар юзага келади. 3.19-расмда ана шундай бино кўрсатилганки, у томондан қара-

ганда гўё «ер остида» тургандек бўлади. Масалан, бинонинг қуйи қаватлари «А» базавий станциясига нисбатан аниқ-тиниқ ер остида тургандек. Бинонинг ана шу икки қавати эҳтимолки, бу БС билан қопланмас, лекин «В» базавий станцияси томонидан қопланади. Кўпчилик бинолар, айниқса, тоғлик жойларда шундай конструкцияга эгадир ва уларни дурустроқ қоплаш жуда мураккаб иш саналади.

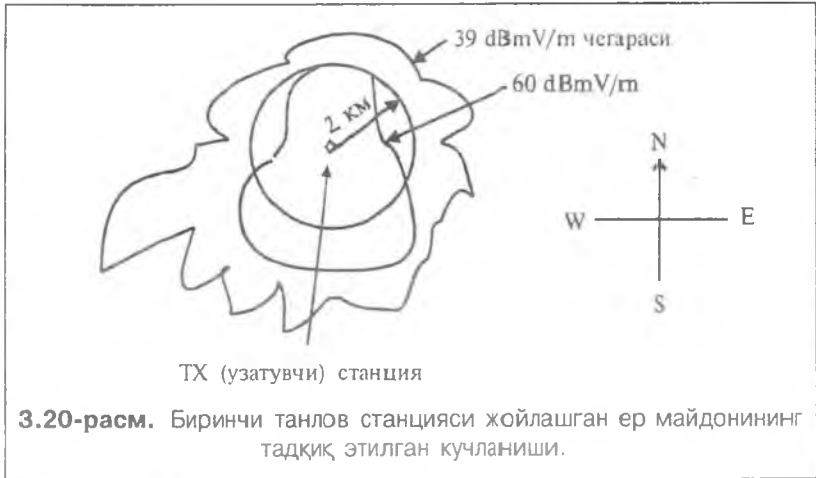


3.19-расм. Ер топографияси «ўлик зоналар»га сабаб бўлади. Бу бино бир қанча йўналишларда аслида ер остида тургандай.

Хуллас, фурсатдан фойдаланиб айтмоқчимизки, марказий БС учун жой танлаётганда унинг яроқлилигини, нечоғли қимматга тушишини, мижозларга «қулайлиги»ни ва бинонинг яхши конструкциясини ўйлаш керак бўлади.

Марказий БСнинг жойи танлангандан кейин ана шу зонанинг ўзини ўрганиш керак бўлади.

3.20-расмда шимоли-шарқий ва шимоли-ғарбий қоплаш оз эканлиги кўрсатилган, бунинг боиси шундаки, ушбу йўналишларда анчагина тўсиқлар бор. Бу вазиятни ўнглаб олиш учун қўшимча уяли станциялар зарур бўлиб қолиши мумкин. Икки километрли чегара 60 dBmV/m чегарасидан катта бўлган йирик шаҳарларда 60 dBmV/m чегарасидан фойдаланиш зарур бўлади. Иккинчи жиҳатдан эса, икки километрли ва бундан ҳам камроқ чегара, трафикнинг бўлажак зичлигига қараб фойдаланилиши мумкин. Узлуксиз қоплашни таъминламоқ учун станциялар жойлашадиган ерни кўз билан чамалаб кўриб ва карталарни ўрганиб танлаш мумкин.



Хизмат кўрсатиш сифатининг ўзгаришига мижозларнинг муносабатини аниқламоқ учун оддий ўтказиш линиялари системаларида бир қанча тажрибалар (экспериментлар) ўтказилган эди. Сервис коэффициенти (GOS)=0,01 коммутаторга киритилган мижозлар гуруҳи устидаги тажрибалар ҳақида гапирамиз. Бу гуруҳда 100 та чақирувдан фақат биттасигина муваффақиятсиз бўлади. Чунки GOS 0,01 миқдори шаҳар атрофидаги мижозлар учун типик миқдордир. Агар GOS миқдори тўсатдан 0,01 га қадар ўзгарса, яъни 10 та кўнғироқдан биттаси муваффақиятсиз чиқса, мижозлар кетма-кет шикоятлар ёзишди. Агар GOS 1 ой мобайнида аста-секин пасайиб борса, бу ҳолда мижозлар бора-бора бунга кўниқиб кетадилар ва GOS ҳатто 0,2га пасайиб кетишини пайқамай ҳам қолдилар. Лекин кейинчалик шикоятлар сони анча кўпайди.

Системада конфигурацияларнинг кўп ўзгариши мижозларнинг шикоятига сабаб бўлади. Қоида тариқасида хизмат кўрсатиш системасида айнан қандай ўзгаришлар бўлаётганининг аҳамияти йўқ. Мижозлар нимадир ўзгарганлигини илғаб олишлари биланок, шикоятлар, албатта, пайдо бўлади.

Амалда сервис даражаси ниҳоятда паст бўлган бир неча уяли системалар баъзан мавжуд бўлади (масалан, 5 та чақирувдан биттасига хизмат курсатилмай қолади), лекин бу ерда мижозларнинг шикояти жуда кам. Бу системаларда қандайдир умумийлик, муштараклик бор: ёки улар монополистлардир ё бўлмаса, улар ёнида ишлаётган рақобатчилар курсатётган хизмат сифати ҳам пастдир. Бундай системаларнинг мижозла-

ри таққослаб кўра олмайдилар ва барча «радио-системалар» бир хил ёмон ишлайдилар, деб ўйлайдилар. Бундай системаларда одатда инженериядан беҳабар одамлар ишлайдилар ва уларнинг назарида, ҳамонки мижозлардан шикоят тушмаётган экан, демак «олам гулистон».

Яна бир омил ҳам борки, уни назарда тутиш лозим бўлади. Баъзан ҳатто яхши системаларда ҳам чақирувларнинг 20 фоизига хизмат кўрсатилмай қолади. Бу фоиз ниҳоятда баланд тўйилиши мумкин, лекин «чақирувларнинг табиати»ни кўриб чиқмоқ лозим:

– Мобиль мижозга чақирилганида кўпинча «мижоз «қўл етмайдиган» жойда ёки ўчириб қўйилган» деган жавоб бўлади, аслида ҳам шундай.

– Симли тармоқ мижозига чақирув кўпинча жавобсиз қолади.

– Рақамни қайта-қайта териш зарурати оқибатида нотўғри рақам терилишига олиб келади.

– Одатда катта шаҳарларда рақам тўғри терилганида кўпинча куйидаги жавоб олинади «Бу рақам ўзгарган...».

– Кўнғироқ қилаётган томон зарур рақамларни териб бўлмасдан, кўпинча чақирувни тўхтатади.

Айрим ҳолларда ёмон лойиҳалаштирилган системалар узоқ ишлаши мумкин. Мижозларнинг шикоятлари тармоқда хизмат кўрсатиш сифатига таъсир қилмайди, шунинг учун ҳам юсак техникавий стандартлар доимо кўллаб-қувватлаб турилиши лозим. Мижозларнинг тармоқнинг ёмон ишлаётгани хусусидаги шикоятлари сони ниҳоятда ортиб кетганидан кейин, қайта конфигурация жуда қимматга тушиши мумкин. Шак-шубҳа йўқки, кўпгина БСларни кўчириш талаб этилади. Янги БСлар ҳам зарур бўлади, Баъзиларини эса, эҳтимолки, эксплуатациядан чиқариш лозим бўлиши мумкин. Баландда жойлашган ва хизмат кўрсатиш зонасига эга бўлган йирик системалардаги БСлар катта умумий муаммони туғдиради. Кичик системаларда қоплашнинг нотекис, узилма бўлиши (бу БСларнинг ноўрин жойлашиши ёки районлардаги юкламанинг натижаси бўлиши мумкин) катта мушкулликларни келтириб чиқаради. Янги БСлар қиммат туради ва уларни сотиб олиш учун анча кўп вақт керак. Хуллас, ана шу тармоқ учун қимматга тушадиган ўзгаришлар ва кўчишлар мобайнида GOS камайиб бораверади ва шикоятлар ортади.

Техникавий жиҳатдан яхши лойиҳалаштирилган системалар хизмат кўрсатиш сифатининг юсак стандартларига жавоб бериши лозим. Одатда, катта системалар, ўрта ва кичик системаларга нисбатан, анча юқорирок техникавий кўрсаткичлар ва сифатга эгадирларки, бунга ажабланмаса ҳам бўлади. Бунинг боиси шундаки, катта система юсак техникавий даражага эга бўлиши **шарт** акс ҳолда у ишламай қўяди. Операторлар, кўпинча яхши инженериянинг муҳимлигини англайдилар, агар буни фаҳмлаб етмасалар, улар тез орада ўз рақобатчиларидан орқада қолиб кетадилар.

Жойнинг қарталарини ўрганиш

Топография қарталарини ёки компьютер ҳисоб-китобларини ўрганиш ёрдамида қоплашнинг дастлабки тахминий ҳисоб-китобларини қилиш мумкин. Бу жараён лойиҳа бобидаги фақатгина биринчи қадамдир ва уни лойиҳанинг ўзи билан чалғитиш ярамайди.

Қуйида тахминий ҳисоб-китобларнинг тавсия этилаётган методлари санаб ўтилган.

- CCIR. "CCIRнинг тавсиялари ва ҳисоботлари", 1082, V жилд, *Propagation in Non-ionized Media*, 567-2 - ҳисобот
- Yoshihisa Okumura *Review of the Electrical Communication Laboratory*, 16-жилд
- Компьютер технологиялари

Дастлабки икки метод оддий эмпирик технологияга асослангандир ва қарийб тенг (лекин идентик эмас) натижаларни беради. Бу методлар эгри чизиқ серияларидан фойдаланади. Бу эгри чизиқлар йўналиш диаграммаларини ўлчаш вақтида, дала тажрибалари вақтида қўлга киритилган бўлиб, йўналишларнинг ўзи турли частоталар ва турли балансликлардаги узаткичлардан олингандир. Бу методлар класстик ўрганишга айланиб кетди ва кенг қўлланилмоқда. Уларнинг асосий устунлиги соддалиги ва амалиётда кенг қўлланилишидадир.

Компьютер технологиялари

Компьютер ҳисоб-китобларида рақамли қарталардан фойдаланилади. Улар аниқликнинг баландроқ даражасини берадилар, лекин ниҳоятда қиммат туради. Яхши компьютер ҳисоб-китобларининг аниқлиги ҳали ҳам +/-6 дВб баробардир (ҳисоб-китобнинг қўл методлари учун +/-10 дВга тенгдир).

Компьютер ҳисоб-китоблари методлари, одатда, приёмник ва узатувчи ўртасида икки ўлчамли траектория (нур) бўлишини назарда тутади. Аслида, майдоннинг узоқ зонасига улуш қайтган ва тарқоқ нурлардан таркиб топади ва қайтган нурлар бошқа юзада текисликда бўлиши мумкин. Тарқоқ тўлқинлар муҳит спектрини бунёдга келтиради, бу спектр тарқоқликни вужудга келтираётган юзанинг комплекс голографик тасвирдир. Амалиётдаги ҳисоб-китобларда бу эффектлар инобатга олинмайди. Шунинг учун ҳам олинган миқдорлардан +/- 6дВга четга чиқишга йўл қўйилади.

Аниқ профилларни батафсил белгилаб олиш ҳам ниҳоятда муҳимдир. Агар шаҳар $S=2000\text{км}^2$ майдонга эга бўлса, бу ҳолда ана шу майдон

100x100 м.лик зоналар билан характерланиши лозим. Бу ҳолда 2000x10x10 ёки 200 минг ана шундай зоналар мавжуд бўлади. Энг кам ахборотда ҳар бир зона ҳақида иккита миқдор бўлиши керак: денгиз сатҳидан баландлик миқдори ва ҳудуд тип (шаҳар, шаҳар атрофи, очиқ муҳит ёки сув муҳити), шундай қилиб жами 400 минг миқдор бўлиши даркор. Ҳурғанилаётган ҳудуддаги ҳалақитлар тўғрисида ҳам ахборот бўлиши зарур (биноларга ўхшаш сунъий тўсиқлар ва дарахтларга ўхшаш табиий тўсиқлар). Уларнинг баландлиги ва узунлиги ҳақида маълумотлар ҳам зарур бўлади. Бундай ахборотни олиш ва янгилаб бориш ниҳоятда мураккабдир. Бунинг устига компьютер ҳисоб-китобларидан фойдаланиш учун бундай ахборот фақат битта шаҳар билан чекланмаслиги лозим.

Таркибида шу ахборот ва ОЗУ бўлган маълумотларнинг катта база-си ҳам зарур бўлади. Бундай маълумотлар базасини сотиб олиш жуда қимматга тушади. Бу эса ундан фойдаланишни чеклаб қўядиган омилдир, албатта. Бундай маълумотлар базаси бошқа манбалар (масалан, карталар) эвазига яратилмагунча уяли операторлар сотиб олиш учун, барибир, қимматга тушаверади.

Барча чеклашларга қарамай, ҳисоб-китобларнинг турли методлари орасидан кўпчилик лойиҳачилар компьютер технологияларини афзал, деб билмоқдалар ва аксарият энг йирик компаниялар шахсий буюртмаларга кўра тайёрланган ана шундай технологияларни сотиб олмақдалар. Одатда бундай технологиялар сигналнинг жўнгина тарқалишини ҳисоб-китоб қилиш билан кифояланмай, бошқа каттароқ юмушларга ҳам қодирдурлар. Уларнинг аксарияти, айрим зоналар ҳақидаги ахборот асралаётган файллардан маълумотларни танлаб олиб, мураккаб қоплашни график усулда тасвирлаб беришлари мумкин. Бундай компьютер системаларининг нархи баланд, лекин уларни катта компаниялар сотиб олиши мумкин. Бундан ташқари, ушбу системалар таркибига мини-компьютер, рангли монитор ва рангли график принтер киради.

Бу ўринда, албатта, операторлар қўлида жойнинг рақамли карталари бўлади деб, мўлжалланади. Агар бундай карталар бўлмаса, улар учун ҳисоб-китоблар қиймати ниҳоятда ошиб кетади.

Мобиль терминаллар

Бинолар ичида қучланиш ўлчанаётганида ҳақиқатдаги миқдорлардан жуда фарқ қилладиган миқдорлар пайдо бўлади. Буларни амалда ўрганиш тавсия этилмайди, чунки буни адо этиш мураккаб ва фойдаланиш мумкин бўлган натижалар бермайди, лекин БС ўрнатилгандан кейин мобиль аппарат ёрдамидаги тест ўлчовлари самарали бўлиши мумкин.

Бинодаги ўртача йўқотиш (талофатлар) сифатида бино ичидаги майдон кучланиши даражасини характерлаш учун кўчадаги майдон кучланишини ўлчашлардан фойдаланса бўлади. Сигнал кучсизланишининг миқдори бинонинг биринчи қавати учун 10 дБдан 35 дБгача ўзгаради ҳамда бинонинг баландлигига боғлиқдир (ҳар бир қаватга тахминан 0,5-2 дБга камаяди). Бино ичидаги талофатлар ойна ёки эшикдан узоклашиб борилавергани сайин бино ичида ҳар бир метрга 0,6 дБга ўзгаради. Сигналнинг ҳақиқатдаги талофатлари бино типига, унинг ҳажмига ва конструкциясига боғлиқдир. Зилзила, бўрон ва бошқа офатлар бўлиб турадиган минтақаларда бинолар шу тақлидда қурилганки, уларда талофатлар катта бўлади. Масалан, Токиодаги биноларда сигнал кучсизланишининг ўртача миқдори 28 дБга, АҚШда 20 дБга баробардир.

Айрим шаҳарлар кўчалар кенг бўлишини назарда тутиб лойиҳалаштирилган, бу кўчаларнинг аксарияти бир-бирига нисбатан геометрик мутаносибликда жойлашган. Бошқа шаҳарлар эса, «илгариги қишлоқ йўллари ўрнида» бунёд бўлган. Бинолар «қонуний» жойлашган шаҳарларда уяли алоқанинг тарқалиши учун халақит камдир. Бундай шаҳарларда сигнал тахминан 4 км.га қадар тарқалади. Бу гап, айниқса, биринчи галда ер юзаси ясси бўлган жойларга даҳлдордир. Катта автострадалар йўналишида сигналнинг тарқалиши бундан аввалги ҳолатга нисбатан ўртача 6дБга яншироқ. Тўғри режалаштириш бўлмаган шаҳарларда амал қилиш зонасининг анча камайишини назарда тутиш керак.

Шу нуқтаи назардан барча учун умумий, ҳар қандай ҳолатга ҳам қўлласа бўладиган қонидани таклиф этиб бўлмайди. Имкони бўлган хизмат кўрсатиш зонасини фаҳмлаб олиш учун ҳар бир шаҳар ёки районни пухта ўрганиш тавсия этиладики, шундан кейингина турли регионлар учун олинган натижалар асосида хулосалар чиқариш лозим бўлади. Мобиль аппаратнинг амал қилиш зонаси турли конфигурация ва хусусиятларига қараб шаҳарлар учун 1 км.дан 6 км.гача ўзгариши мумкин. Майдоннинг кўчадаги кучланиши даражаси 60 дБмВ/м га баробар бўлса, биринчи қават даражасида одатдаги офис бинолари ичида етарлича қоплашни кафолатлаш учун кифоя қилади.

Мобиль аппаратлар уяли лойиҳага мутлақо янги жиҳатларни олиб кирди. Дарҳақиқат, уларнинг паст чиқиш қуввати (0,6Вт) уяли радиочастотали лойиҳалар учун қийинчиликни юзага келтиради. Шунингдек, мутлақо янги муҳитни вужудга келтирадilar. Лойиҳани бунёд этаётганида шуни назарда тутиш керакки, мобиль аппаратлар, одатда юксак кўпнурли тарқалиш муҳитида фойдаланилмайди.

Ҳамонки, уяли аппаратнинг кўчиб юриши тезлигига аниқ баҳо беришнинг иложи йўқ экан, сигналларнинг мобиль аппаратга қараб паст даражаларда тарқалиши, уяли радио икки энг муҳим параметрларида катта тафо-

вутларни вужудга келтиради. Биринчидан, одатда кўпнурли тарқалиш мухити учун 18 дБга баробар деб қабул қилинадиган С/І интерференциясининг нисбати 8 дБга қадар камайиши мумкин. Бу эса, акс ҳолатдагига нисбатан базавий станцияларни бир-бирига анча яқин жойлаштиришга имконият беради. Иккинчидан, бу девиация даражаси юксак бўлган системаларда S/N нинг (сигнал-шовқин) энг яхши нисбати амалга ошишини билдиради (бунинг учун улар мобиль алоқа учун фойдаланилаётган бўлиши керак). Бу эса девиация даражаси юқори бўлган системаларда (масалан, AMPS системасида) ҳамда девиацияси паст бўлган системаларда (масалан, NMT кабиларда) уяли алоқа сифати тафовутларининг натижасидир.

БСнинг сезгирлиги ва мобиль алоқа сифатининг яхшиланиши

Мобиль аппаратлар системаси балансини яхшиламоқ учун БСнинг сезгирлиги 116 дБ дан то -122 дБгача, яъни 6 дБ кўпайтирилиши мумкин. Баъзан айланма БСлар учун шундай қилинади. Самаралилигига қарамай, бу метод приёмникларда интермодуляция жараёнларининг ортишига олиб келади.

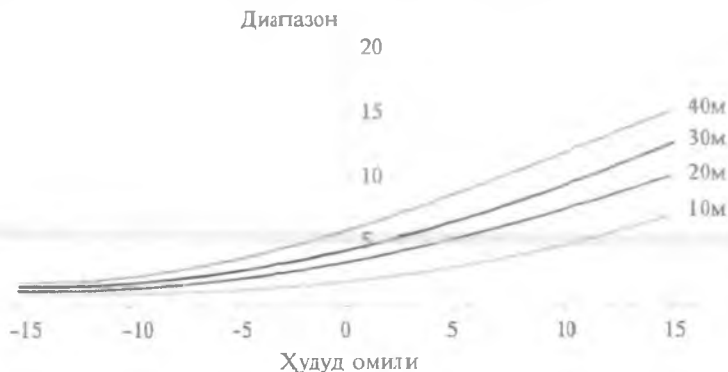
Шовқин баланд бўлган шароитларда FM системасининг энг юқори самарадорлиги «остона» даражаси билан белгиланади. Баъзи ҳолатларда «остона» даражасининг кўпайиши система ишининг самарадорлигини ошириши ва хизмат кўрсатиш зонасининг ортишига олиб келиши мумкин. Уяли алоқа учун юксак сифат зарур бўлгани туфайли бу метод уяли алоқада чекланган тарзда қўлланилмоқда, лекин ундан приёмникларда S/N (сигнал/шовқин) нисбати юқори бўлган муқим уяли қўрилмаларда фойдаланиш мумкин бўлур эди.

Жой рельефини ўрганиш

Система ёмон лойиҳалаштирилгани оқибатида уяли системалар ишида кўпгина муаммолар содир бўлади. Компьютер моделига 100 фоиз ишонч ёмон лойиҳанинг ибтидосидир. Ҳатто энг яхши моделлар ҳам жой ҳақида аниқ-тиниқ билимлар бўлишини талаб этади. Ҳақиқатан ҳам, жойни текшириб кўрмасдан, компьютер моделлар ёрдамида лойиҳалаштирилган системалар, тўсиқлар кўп бўлган нотекис юзада яхши ишлайди. Агар юза текис бўлиб, дарахт ва уйлар сингари паст тўсиқлар сони кўп бўлса, шу тақдидда лойиҳалаштирилган система иши ёмонлашади. Янги худуднинг ўзига хос хусусиятлари ҳисобга олинмай, илгариги лойиҳадан нусха кўтарилган моделлардан фойдаланилганида, муаммолар сони кўпайиб кета-

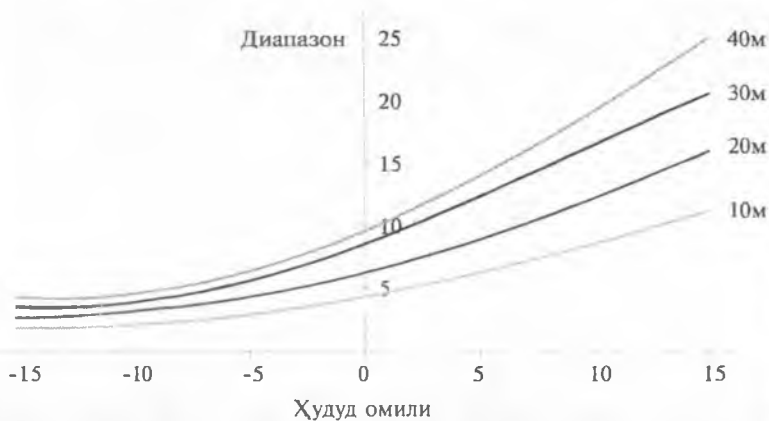
ди. Кўп йиллик иш натижасида тажриба орттирилади, бунинг шарофати билан лойиҳачи жойни «ҳис» эга бошлайди ва у илгари дуч келган ҳудуд билан янги ҳудуд ўртасидаги тафовутларни дарҳол илғаб олади.

Ҳудудларнинг коэффиценти графиклари (3.21, 3.22 ва 3.23) сиз ҳисоб-китоб қилаётганингизда ҳудудни аниқлаш учун қўлланма бўлиб хизмат қилиши мумкин. Бу графиклардан фойдаланиш учун базавий станцияларни жойлаштирамоқ учун намуна бўладиган бир нечта жойларни ўрганиб чиқиш лозим бўладикки, булар тепаликлар сингари бирор-бир катта тўсиқлар билан чекланмаган бўлиши керак. Жойнинг типи аниқлангандан кейин, 3.21 графигига кўра, тепаликлар ҳар хил бўлганида БСнинг хизмат кўрсатиш зонасини аниқлаб олиш мумкин. Олинган миқдор илгари сиз таниш бўлган миқдордан катта фарқ қиладиган бўлса, сиз айниқса, эҳтиёткор бўлишингиз лозим. Анча катта бўлган коэффицент шундан далолат берадикки, амал қилиш зонаси ҳам анча катта бўлади. Демакки, интерференция билан боғлиқ бўлган кўпгина муаммолар юзага чиқади. Демак, БСни ўрнатиш учун пастроқ жойни танлаш лозим бўлади. Иккинчи томондан эса, анча кам коэффицент шунинг аломатики, системанинг амал қилиш зонаси чекланган бўлади.



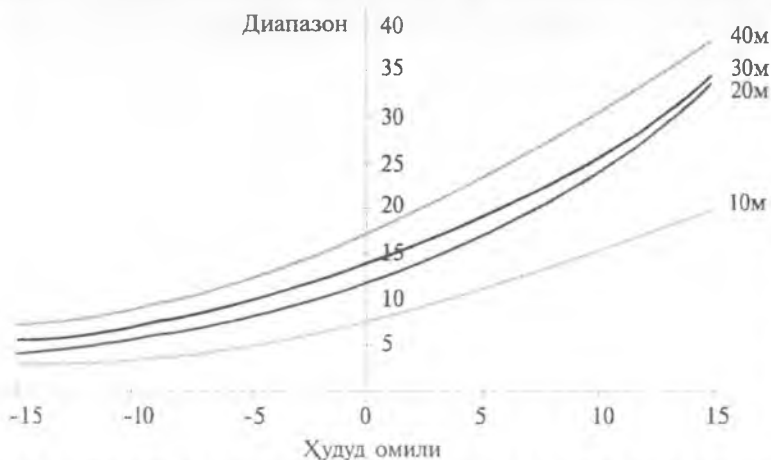
Баландлиги	-15	-10	-8	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6	+8	+10	+15
40м	2,2	3,0	3,4	3,8	4,3	4,9	5,5	1,3	7,2	8,3	9,4	10,8	15,1
30м	1,9	2,6	2,9	3,3	3,8	4,2	4,8	5,4	6,2	7,8	8,0	9,1	12,6
20м	1,6	2,2	2,5	2,0	2,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,7		7,3	10
10м	1,2	1,7	1,9	1,9	2,1	2,6	2,9	3,3	3,7	4,1	4,6	5,1	6,9

3.21-расм. Бино/ер нисбати 10 фоизга баробар бўлганида ҳудуд омилилари.



Баландлиги	-15	-10	-5	0	+5	+10	+15
40м	3,5	4,7	6,6	9,2	12,8	17,9	25,0
30м	3,9	4,1	5,6	7,8	10,7	14,9	20,7
20м	2,5	3,4	4,6	6,2	8,5	11,7	16,1
10м	1,9	2,6	3,4	4,5	6,0	8,1	10,9

3.22-расм. Бино/ер нисбати 5 фоизга баробар бўлганида худуд омиллари.



Баландлиги	-15	-10	-5	0	+5	+10	+15
40м	6,5	9,1	12,7	17,8	24,9	31,5	38,4
30м	5,6	7,7	10,7	14,9	20,6	28,6	34,2
20м	4,6	6,2	8,5	11,7	16,0	22,0	34,1
10м	3,4	4,5	5,9	8,0	10,8	14,6	19,8

3.23-расм. Бино/ер нисбати 2 фоизга баробар бўлганида ҳудуд омиллари.

Статистик прогнозлаш

Бир қанча эмпирик тажрибалар ўтказиш йўли билан шундай алгоритм олиндики, бу алгоритм ERP (нурланишнинг самарали қуввати) ва амплитуда функцияси сифатида олисдаги майдоннинг кучини аниқлашда фойдаланилади. Одатда, бу натижалар битта ёки бир неча мамлакатларда тарқалиш тестларининг катта миқдори ўтказилганидан кейингина тақдим этилади. Турли мамлакатларда (ҳар хил ҳудудларда) ўтказилган тадқиқотлар туфайли шу нарса аниқландики, бир-бирига ўхшаш ҳудудларда сўнишнинг анчагина тафовутлари мавжуд бўлар экан. Турлича топографиялар ана шундай тафовутларнинг асосий манбаидир.

Шуни таъкидлаш зарурки, 3.24-графикги шаҳар районлари учун мўлжаллангандир. Намунали шаҳар атрофи ҳудудлари учун майдон кучи миқдори 7дБга ва шаҳар ташқариси ҳудудлар учун 12дБга яхшиланади. Эгри чизикни калибрлаш учун ўрганилаётган ҳудудда бир қанча ўлчовлар ўтказинг ҳамда эгри чизик ўлчанаётган масштабга мос бўлмоғи учун дБда ростловчи омил (кўпайтирувчи)ни белгилаб олинг. 28дБ дек жуда катта қишлоқ шаҳар ташқариси жуда ясси ҳудуддагина олиниши мумкин.

Ростловчи омил қўлланилиши биланоқ, антеннанинг турли-туман баландлигида ва амал қилишнинг ҳар хил диапазонларида, бундан буён яна қайта текшириб ўтирмасдан, бўлажак ўрганишлар учун бу эгри чизиклар тўғри миқдорларни беради.

Керей ҳисоботи

Алоқанинг уяли системаларини режалаштириш учун FCC тавсиялари Рожера Керейнинг № R-6406 ҳисоботига асосланган эди. Бу ҳужжат 450–460 МГц частоталарида қилинган тадқиқотларга асослангандир. Бу ҳужжат 50 фоиз ўрнашган жой ва 50 фоиз вақт учун TV майдони кучини 1952 марта эмпирик ўлчашлар ахборотидан фойдаланиб

тузилган. Мобиль алоқа учун жойнинг 90 фоизда сервисни ва 90 фоизда вақтни таъмин этадиган майдон кучи талаб этилади, деб қабул қилинди ва шунинг учун ҳам 14 дБга тенг бўлган «сохта омил» эгри чизиқларга қўшилди. Дастлабки маълумотларга кўра, қуйидагилар тахмин қилинган эди: 25дБмV/м мобиль алоқа учун 50 фоизда сервисни вақт ва жойнинг 50 фоизи таъминлайди. Шунинг учун ҳам 14 дБнинг қўшилиши (кам деганда, АҚШ учун) 39дБмV/м.ни беради.

ФССнинг талабига кўра, АҚШда сервис 39дБмV/м.га тенг бўлган майдон кучи миқдорига асосланиши керак. Керей эгри чизигига тахминан мос тушадиган миқдор 3.24-расмдаги графикдан 40дБмV/м.га мос тушадиган масофа миқдорини аниқлаш билан топилади.

1992 йилда FCC 32дБмV/м.га тенг бўлган майдон кучи чегарасининг янги миқдорини жорий этиш ҳақида таклиф киритди. Бу таклиф хусусида турли ихтилофли фикрлар айтилди. Амалиётда шу нарса равшан бўлдики, 32 дБмV/м миқдори шундай ҳудудни аниқлаб берадики, автомобилдаги телефонлар учун, 3-Вт мобиль аппаратлари учун хизмат кўрсатишнинг рисоладаги сифати (тахминан 90%/90%) таъминланади. Шаҳар атрофидаги зоналарда уяли аппаратлар учун эса сервис беқарор бўлади. Бу эса майдон кучи чегара миқдорининг илгариги миқдори билан тафовутни юзага келтиради (чегара миқдори 90%/90% даражасида уяли аппаратлар сервисини таъминлайди).

3.5-жадвалда сигнал кучининг даражалари тасвирланган. Дастлабки қарашда, 34дБмV/м даражасига жуда яқин бўлган 32дБмV/м даражасида шаҳар ташқарисидаги ҳудудларда қўлланилаётган уяли аппаратларда яхши сервисга эришиш мумкиндек туюлади (ҳойнаҳой бундай эмасдир). Бунинг маъноси шундаки, янги тавсиялар шаҳар ташқарисидаги районлар учунгина майдон кучининг чегара миқдорини белгилаб беради. Эски тавсиялар эса худди шундай хизмат кўрсатиш сифатида шаҳар атрофидаги районлар учун чегарани аниқлаб қўйган эди.

Шаҳар атрофи ҳудудлари учун асосий принцип сифатида 40 дБмV/м.лик майдон кучи сифатли қоплаш учун қоплаш чегараларига яхши баҳо беришни таъминлайди. 30-40 дБмV/м.лик соҳа эса, қўшимча қоплашни таъминлайди (эҳтимол, бу автомобил телефонларидан фойдаланиш учун жуда мос тушар).

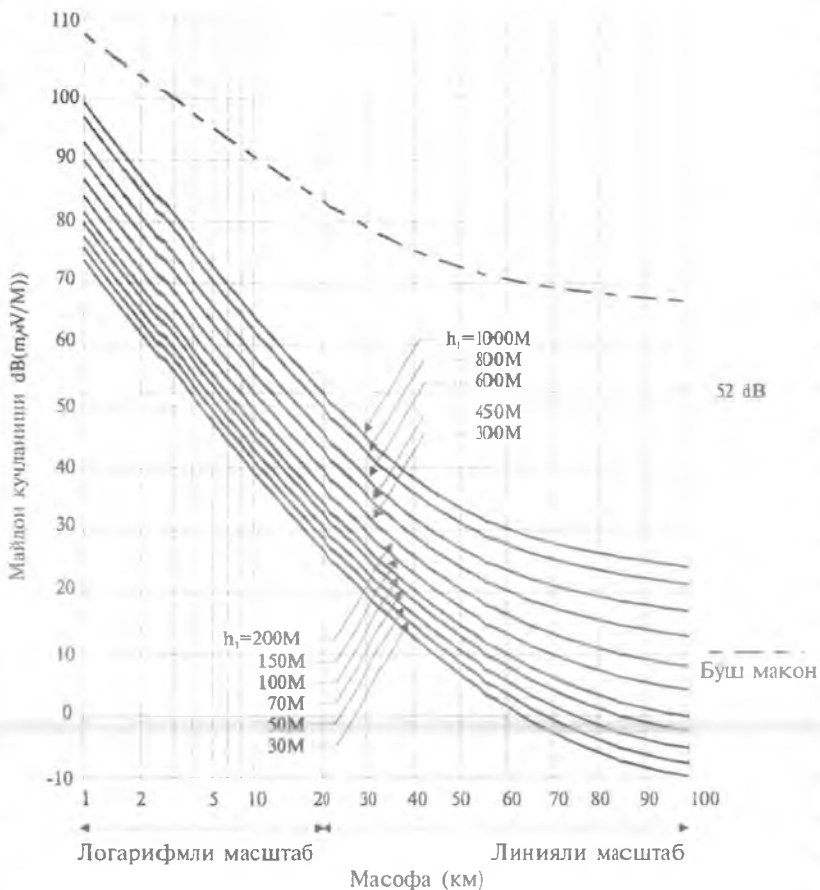
32дБмV/м қўлланилагинада хизмат кўрсатиш зонасининг миқдорини олиш учун FCC қуйидаги тахминий формулани таклиф этади:

$$d=1.05 \times H^{0.34} \times p^{0.17}, \text{ бу ерда}$$

d — милда ҳисобланган масофа

H — футда ҳисобланган БСнинг баландлиги

p —Втда ҳисобланган қувват



Частота=900 МГц, шаҳар зонаси вақтининг 50%; урнашган жойнинг 50%;
 $h_2 = 1,5 м$

3.24-расм. Шаҳар зонасидаги майдон кучданиши (дБм В/м учун ERP)
 Манба: ССiR 567-2 ҳисоботи

Формуланинг метрларда ҳисобланган эквиваленти:

$$D_{км} = 2.5 \times H^{0.34} \times P^{0.17}$$

D — км.ларда ҳисобланган масофа

H — метрларда ҳисобланган БСнинг баландлиги

P —Вт.да ҳисобланган қувват

Агар бир қанча стандарт эгри чизиқлар (масалан, 3.24 графигида кўрсатилганидек) амал қилиш соҳасини аниқлаб олиш учун фойдаланилаётган бўлса, бу ҳолда ана шу эгри чизиқларни ўлчаб текшириб кўриш оқилона иш бўлади. Бу жараёнда майдон кучи обзори унинг ҳақиқий миқдорлари билан ушбу моделни батафсил чоғштириб кўриш билан амалга оширилади. Агар 3 дБдан кўпроқ миқдорга ўзгартириш зарурати пайдо бўлса, бу ҳолда аниқликни кўпайтирмақ учун ҳар хил ҳудудларда қўшимча ўлчовларни бажариш лозим бўлади.

3.24 гарфигидан фойдаланиш осон бўлмоғи учун 3.5.жадвалига мурожаат қилиш керак. Чунки бу жадвалда D-AMPS/AMPS/NMT450 системалари учун турли қувватлар ва майдон кучи учун майдон кучининг эквивалент даражалари берилган.

Мисол тариқасида 30 метр баландликдаги 50-Вт ли узатувчи учун Керей ҳисоб-китобларини кўриб чиқинг. 3.5. жадвалида 50 Втга мос тушадиган «дастлабки нуқта» миқдорини топасиз. 3.24.графигида у 40дБм/м. га баробар. 40 дБмВ/м миқдори орқали линия (чизиқ тортинг) ва 8км.га баробар бўлган амал қилиш соҳасининг миқдорини аниқланг.

3.5-жадвал. 3.24-графиги учун дБм В/м да дастлабки нуқта (турлича ERP ва ҳудудлар учун).

	ҚУВВАТ (Ваттлар)			
	20	50	100	500
Шаҳар				
60 дБ	77	73	70	63
39 дБ	56	52	49	42
Шаҳар атрофи ва Керей бўйича				
39 дБ	44	40	37	30
ҒСС бўйича шаҳар атрофи				
32 дБ	34	33	30	23
Қишлоқ				
34 дБ	34	30	27	20

«Дастлабки нуқта» миқдорлари учун ҳудудлар ўртасидаги тофовутлар:

Шаҳар ёнвери. = Шаҳар. — 10дБ

Шаҳар ташқариси. = Шаҳар. — 15дБ

Шундай бўлиши мумкинки, фойдаланилаётган ҳудуд учун бошқа ростловчи кўпайтирувчи зарур бўлиб қолиши мумкин. Бундан буён шу нарса равшан бўладики, мазкур жараён анча мураккабдир.

Худди ўша самарадорлик даражасига эришмоқ мақсадида системани қайта ишлашни яхшилаш учун ҳисоб-китобдан кейин система-лар учун 3.6-жадвалдан фойдаланса бўлади.

3.6-жадвал. Турли системалар учун ростлаш.

Турли системалар учун худди ўшандай самарадорликка эришмоқ мақсадида тузатиш (корректировка)	
TACS	2 дБни кўшинг
NAMPS	3 дБни кўшинг
NMT 900	6 дБни кўшинг
GSM	6 дБни кўшинг
DAMPS	
CDMA	6дБни айиринг

3.2.2 БС амал қилиш зонасининг ҳисоб-китоби

ТХ узатувчининг қуввати 20 Втга баробар бўлганида намунали (типик) БС амал қилиш зонасини ҳисоблаб чиқиш зарур бўлди, деб фараз қилайлик. Уяли система шаҳар ёнвери учун лойиҳалаштириляпти ва AMPS стандартидан фойдаланилади. Ҳисоб-китоб учун 3.24-расида тасвирланган графикдан фойдаланса бўлади. Аввало, қуйидаги амалларни бажариш лозим:

1. Конкрет ERP (нурланишнинг эффектив қуввати) учун тузатишларни киритинг.

20-Втли ТХ узатувчи учун ERP тахминан 50 Втга баробар (федердаги талофотларга антеннани кучайтириш коэффициентига боғлиқ тарзда). График 100-Вт ERP учун қурилган, шу боисдан ҳам 50-Вт ERP учун қуйидагича ростлаш зарур бўлади: $10 \log 100/50 = +3$ дБ

Шундай қилиб, 39-dBmV/м чегара миқдори (AMPS учун) ана шу эгри чизикда бўлади ҳамда $39+3=42$ дБмВ/м горизонталига мос тушади.

2. 50% нуқта ва вақт учун майдон кучланиши графигини чизамиз — бу барча миқдорлар (ўртача миқдорлар)нинг 50 фоздан ортадиган майдон кучланишидир. Майдоннинг кучланиши нормал логарифм тақсимланишига мувофиқ тарзда ўзгаради.

3. 42ДмВ/м горизонтали орқали 39 дБмВ/м майдон кучланиши миқдорига мос тушадиган линия тортинг. Энди шаҳар муҳити учун хизмат кўрсатиш зонаси миқдорини олиш мумкин. Ана шу ҳақиқий муҳида бу миқдорни рослаш зарур (агар бу шаҳар муҳити бўлмаса).

4. Атрофдаги жойга нисбатан БС (h_1) тепалигидаги белгига мос тушадиган эгри чизикни топинг.

5. 3.4.жадвалда кўрсатилганидек, ҳудуд типига мос тушадиган хизмат кўрсатиш зонасини аниқланг. Масалан, шаҳар типи, БС=30 м баландлик, бу ҳолда хизмат кўрсатиш зонаси 4 км.га баробардир

6. Жой учун тегишли тузатишлар киритиб, бу қоплашни картага туширинг.

7. Графикда 42 дБмВ/мга агар зарур бўлса бошқасига мос тушадиган 39 дБмВ/м (50%50%) чегарасини чизинг.

Станциялар учун жой танланг, бу жойлар марказий станцияга нисбатан яхши узлуксиз қоплашни яратишга имкон берадиган бўлсин ва уларни ўрганинг. Ёдингизда бўлсинки, бу жараёндан БСларни жойлаштириш учун ўрин танлаш мақсадида фойдаланиш мумкин эмас, у фақат булардан қайси бирини ўрганиш кераклигини белгилаб беради. Олинган натижаларга қараб, қайси зоналар БСни ўрнатиш учун яроқли, қайсилари яроқсиз эканлиги хусусида хулоса чиқариш мумкин.

3.24-расмидаги график шаҳар ҳудуди учун қурилган. Бу ҳудудда ернинг 15 фоизига иморатлар тушган. Энг марказий районларда бу фоиз баланд бўлиши мумкин. Шаҳар ташқариси районларда эса нолга тенг бўлиши мумкин. Ростловчи омил биноларнинг майдонга нисбати фоизига тенг бўлганида шу ростловчи омил, яъни $S=30-25\log$ дан фойдаланиш мумкин. Бу нисбат шаҳар ёнберидан фарқ қиладиган ҳудудда қўлланилиши мумкин.

Девияциянинг ҳудудга боғликлиги

3.24-расмда кўрсатилганидек, тарқаладиган эгри чизикларнинг ҳар қандай туркуми фақатгина бир типдаги ҳудуд учун тақдим этилиши мумкин. Жуда ясси ҳудуд бир қанча тўсиқлари мавжуд бўлган ҳудудга нисбатан анча катта ҳудудни қоплаши мумкин.

Ҳудудга боғлиқ тарзда майдон кучланишининг тарқалиши ўзгариб бораверади. Бу ўзгаришни нормал девиация ўлчовлари ёрдамида ўлчаш мумкин. Агар стандарт девиация ҳақиқий ўлчовлар асосида ҳисоблаб чиқилган бўлса, бу ҳолда 3.7-жадвал яхши йўл кўрсаткич бўлиши мумкин.

3.7- жадвал. Турли ҳудудлар учун девиация миқдорлари

Худуд	Девиация (дБ) миқдори
Шаҳар	8-12
Шаҳар атрофи	6
Ясси шаҳар атрофи	3-5
Кишлоқ	3

Аслида, майдон кучи ўлчовларининг кўрсаткичлари сигнал сифати ўлчовларига нисбатан анча кам аниқликка эгадир, шунингдек, стандарт девиация ўлчовларидан анча кўпроқ маълумот олиш мумкин. AMPS системалари учун ўтказилган кўпдан кўп тестлар шундай хулосаларга келишга имкон бердики, 39дБмВ/м миқдори фақат шаҳар атрофи ҳудудлари учунгина рисоладагидек сервисни таъминлай олади. Система лойиҳасининг мақсади 90%/90% сифатига мос тушадиган қоплашга эришишга ва майдоннинг тегишли кучланишини аниқлашга қаратилган. Майдон кучланишининг миқдори, стандарт девиация ва 90%/90% даражаси нормал тарқалиш учун қуйидаги нисбат билан аниқланади:

$$\text{Миқдор} = L (90\% / 90\%) + 1,28 \times p, \text{ бу ерда}$$

p — стандарт девиация.

Шу формуладан фойдаланиб, шаҳар ёнверидаги зоналарда 90%/90% қоплаш 31,3 дБмВ/мга тенг бўлган майдон кучи миқдорига мос келишини ҳисоблаб чиқса бўлади. Чунки майдон кучи миқдорини ўлчаш анча осонроқдир. Бу формуладан ҳудудларнинг бошқа типлари учун 90%/90% эквивалент миқдорини ҳисоблаб чиқиш учун фойдаланса бўлади.

$r = 3$ дБга тенг бўлган шаҳар ташқарисидagi ҳудудни куриб чиқайлик. 31,3 дБмВ/м га мос тушадиган 90%/90% миқдорига эришмоқ учун $31,3 + 1,28 \times 3$ га тенг бўлган ёки 35,4 дБ (ўртача)тенг бўлган миқдор зарур.

Бу миқдор, аслида, консерватив миқдор бўлади, чунки стандарт девиацияси кам булган зоналар кўпнурли муҳитда тарқалишнинг энг кам четки миқдорига эга бўлади. Шу боисдан ҳам пайдо бўлаётган шовқинлар ҳатто юксак стандарт девиацияли зоналарга нисбатан ҳам кам бўлади.

Жойнинг ўзгариб бораётган рельефи

Агар жойнинг рельефи қоплашнинг битта уяли зонаси ичида турлича бўлса, бу ҳолда қоплаш графигини сектор турида адо этиш лозим. Энди 3.25-расмда тасвирланган ҳудуд учун қоплаш прогнозини кўриб чиқайлик. Бу зона учта турлича рельеф типидан ташкил топган. Ҳар бир зонада сигналнинг тарқалиши бир-биридан кескин фарқ қилади. Агар шаҳарнинг марказий амалий райони CBDси анча катта миқёсга эга бўлса ва уяли станция CBDдан 4 км.дан ортиқроқ масофада жойлашган бўлса, Бундай вазиятни мутлоқ тўсиқ деб қўриш лозим бўлади.

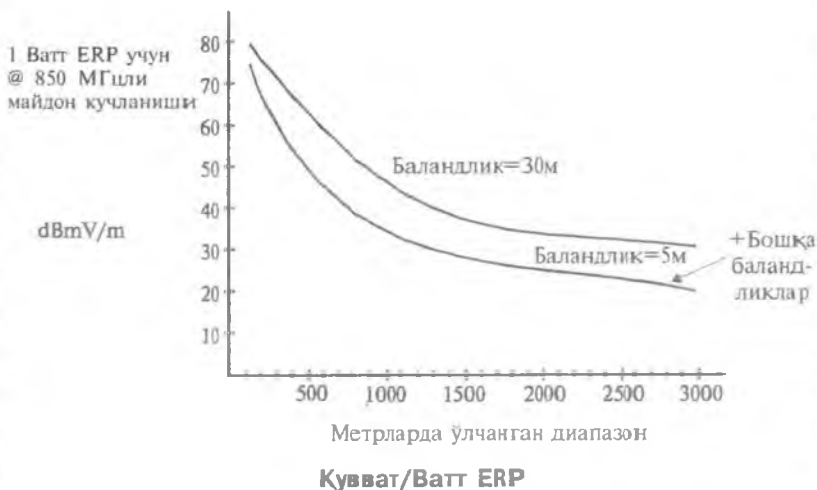


Микроуялар

Микро ва миниуялар зичлик ниҳоятда баланд бўлган районларда тобора кўп қўлланилмоқда. Булар системанинг сигимини кўпайтириш учун зарурдир. Микро ва миниуялар қаторига қуввати ниҳоятда паст бўлган БСлар ёки репетерлар киради. 3.24-расмдаги графиклардан майда уялар учун фойдаланиш мумкин эмас. Лекин 3.26-расмдаги графикдан микроуялар учун фойдаланса бўлади. Бу график 1-Вт ERPrа

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

асосланган ва шу боисдан у 20 дБда 3.24.-расмдагига қараганда пастдир. Иккинчи жиҳатдан бу графикларни таққосласа бўлади ва уларга nisbatan мазкур ростловчи омилларни қўллаш мумкин.



Баландлиги	30	20	10	5	3
Диапазон (М)	F.S.				
3000	29	26	20,7	15,6	11,9
2000	35,4	33	28	23	19,6
1000	46,3	44	40	36	32,65
500	57,1	55	51,4	48	45,2
300	65	63	60	57	54,6
200	71	70	67	64	62
100	81	80	79	76	74,6

3.26-расм. Қуввати 1 Ваттга тенг бўлган ERPли микроуя учун дБмВ/мдаги майдон кучланиши.

3.2.3 БС антенналарини ўрнатишда самарали баландликни ҳисоблаш

Кўпинча исталган баландликда яхши натижаларни қўлга кириштиришнинг иложи бўлмай қолади. Бунинг боиси шундаки, дастлабки ҳисоб-китоблар қатъий танлаб олинган баландлик учун эмас, балки ундан фарқ қиладиган баландлик учун қилинган. Шаҳар ташқарисидаги районлар лойиҳалаштирилган баландликка тенг келадиган мачтанинг ўзи йўқ бўлиши мумкин.

Куйида амалиётда муваффақиятли қўлланилаётган ифода баландликка боғлиқ бўлган майдон кучининг ростловчи омилини белгилаб беради:

$$FS=20 \times \log (\text{янги баландлик})$$

Шу нарсани осон ҳисоблаб чиқиш мумкинки, антенна баландлигини 2 баробар кўпайтириш ёки камайтириш барча ўлчовлар учун 6 дБда ростлашни талаб этади.

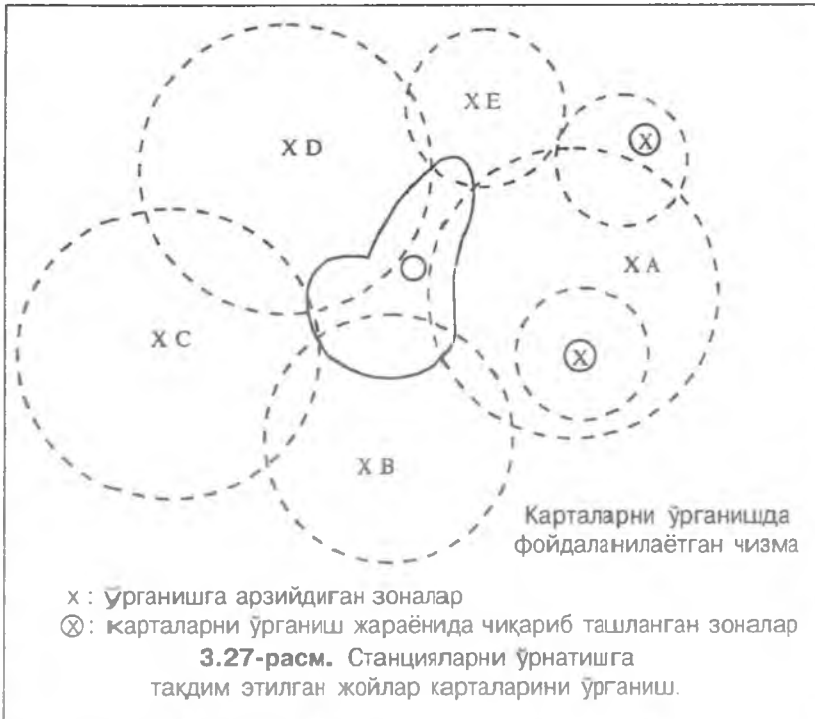
Шуни ёдда тутиш керакки, ўрганилаётган баландлиги мачтанинг баландлиги бўлмай, балки ер сатҳи баландлиги ҳамдир. Агар баландликнинг миқдори ўзгарадиган бўлса, ўша ердаги тўсиқлар бу қондани бузиши мумкин. Бирор-бир шубҳа пайдо бўлган экан, демак, қўшимча тадқиқотлар ўтказиш лозим бўлади.

3.2.4 Кўп уяли системалар

Марказий станция учун жой танлаб ва ўрганиб чиқилганидан кейинги навбатдаги вазифа графикка унинг амалдаги қопланишини чизиб чиқишдир. Мижозларнинг кўзда тутилаётган зичлигидан фойдаланиб, қўшни станциялар учун уяларнинг талаб этилаётган радиусларини аниқлаш зарур. Бу таомил БС баландлигини аниқлаш учун яхши кўрсатма бўлишини (кичик уялар учун анча пастда ўрнашган станциялар) таъминлайди.

Энди марказий БСдан қатъий бир хил олисликда бўлган 6 зонани ажратиб олиш ва карталар ёки компьютер прогнози ёрдамида уларни қоплашни аниқлаш лозим. Биринчи босқичда карталар ёрдамида ҳисоб-китоб қилиш жуда афзалдир. Чунки карталарга кўра, қайси зона ўрганиш учун яроқсиз эканини аниқлаш ва уни ўтказиб юбориш зарур-нозарурлигини белгилаш мумкин. Дарҳақиқат, бир зонани текшириб чиқиш бирмунча вақтни талаб этади, шундай қилиб, карталарни дастлабки тарзда кўздан кечириб пул ва вақтни тежашга имкон беради.

3.27-расмда карталарни (нуқтали қоплаш чегараларини) ана шундай кўриниш (обзор) натижалари кўрсатилган. Айрим зоналар уларни иноватга олиш учун етарлича қоплашга эга эмас. А,В,С,Д,Е зоналари умид туғдиради. Булар ўрганиб чиқилган ва ўрганиш натижалари бундан кейин тақдим этилади.



БСларни ўрнатиш мўлжалланаётган жойларни ўрганиш

Нечоғли яхши технология, ускуналар қўлланилган бўлса, ўрганишлар натижалари шу қадар яхши бўлади. Шунинг учун ҳам анча четга чиқишлар таҳлика сигналидирки, демак, ускунада носозлик бор. Ҳар қандай четга чиқишлар учун қониқарли изох бериш мумкин деб фараз қиладиган бўлсак, энг мақбул, муқобил қоплаш топилгунича, кўпроқ карталар (ва компьютерлар)дан фойдаланиб, қоплашни таъминлаш учун имкони борича кўпроқ зоналарни танлаб олиш лозим бўлади.

3.28–расмдан кўриниб турганидек, В, D ва Е нуқталари энг мақбул кўринади А ва С станциялари эса муқобил эмас (адекват эмас). Аммо, А ва С станцияларини лойиҳадан бутунлай чиқариб юборишдан илгари прогноз қилинаётган ва ҳақиқатдаги қоплаш ўртасидаги тафовутларни белгилаб олиш ва чиқариб ташлаш сабабларини аниқлаш лозим бўлади.



Ҳамонки, узлуксиз қоплаш муҳим экан, дизайн жараёни, белгилаб қўйилган битта нуқтадан бошлаб «расмлар»ни жамлашдан иборатдек кўринади. Олтига тенг қопланган уяларни марказий станция атрофида қайд этиш олти бурчакли расмга жуда ўхшаб кетади. Ушбу метод, назарияда ишлаб чиқилган «тенг уяли»ларга жуда яқиндир. Кўпгина уя операторлари шулардан фойдаланадилар, чунки улар бу станцияларнинг ҳақиқатда ўрнашган жойларига қараб «уяли панжара»да жойлаштиришга ҳаракат қиладилар.

Станциялар «уяли панжара»га кўра аниқ жойлаштирилган ерларда (масалан, ясси юзада), улар яъни бу станциялар фақатгина тахминий оптимал расмни (тенг томонли олти бурчакни) ташкил этадилар. Ҳақиқатда эса, яъни реал борлиқда уяли станциялар яқинида турган тегаликлар, иморатлар, дарёлар ва дарахтлар (бу станциялар назарий жиҳатдан ишлаб чиқилган олти бурчакли структурадаги позицияларга қатъий мувофиқ ўрнашган) тўғри конфигурация билан сира ўхшаши бўлмаган структураларни вужудга келтириши мумкин.

Станциянинг ўрнашадиган жойини танлашда, айниқса, унинг мазкур станцияга қулайлиги, мослиги зарур. Ҳайриятки, лойиҳачи частоталардан самарали қайта фойдаланишга эришмоқ учун тепалик, антеннанинг қуввати ва типидан фойдаланиб, қоплашни мослаштириши мумкин.

7 базавий станция (ёки еттитадан ҳам кўпроғи) танлаб олиниши биланок, уяли расм ва унинг йўналиши белгилаб олинади. Шундай қилиб, олти бурчакли структура станцияларнинг ўрнашган жойини танлаб олиш шарофати билан олинган; сира акси эмас. 3.28-расмда олинган олти бурчакли расм 3.29-расмда кўрсатилган.



Аксарият лойиҳачилар лойиҳани олти бурчакли панжарадан бошлайдилар ва олти бурчакли расмга асосланиб, станциялар учун жой танлайдилар. Худуд бир хил бўлган ерларда, натижа мазкур жойдан структура олишга монанд бўлиши мумкин. Лекин, ҳар бир уяни, олти бир хил қопланган қўшни уялар билан ўралган деб тасаввур этиш гоёси анча содда ва станцияларнинг жойлашадиган ерини танлаб олишга анча чапдастроқ ёндошувга олиб келади. Тармоқ синчковлик билан ўйлаб чиқилгандан кейин олти бурчакли режани мослаштириш (адаптация) жуда муҳимдир. Чунки қоплашни антенналар структурасини мослаштириш ёрдамида аниқлаш мумкин. Шундай қилиб, станциялар ис-талган қоплашга мувофиқ тарзда адо этилиши мумкин. Бу 4 уяли режа учун ёки ушбу режа киритилган структура учун айниқса тўғридир.

3.2.5 Тадқиқотларни системалаштириш

Лойиҳа тузишни кўп марталаб такрорлаш жараёни деб караса бўлади. Шу боисдан ҳам, ўрганишнинг бирор-бир натижаларини мутлақо яроқсиз, деб ташлаб юбориш ақлдан эмас. Ўрганишнинг фойдаланилмаган натижалари жорий ва келажакдаги лойиҳалардаги қусурларни тузатишда фойдали бўлиши мумкин ва аксинча лойиҳа ривожланиб боравергани сайин бир вақтлар станциялар учун мўлжалланган жойлар ортиқча бўлиб қолиши ҳам мумкин. Шундай қилиб, ўрганишнинг барча натижалари «манзара»нинг таркибий қисмига айланиб қолиши мумкин.

Ўрганиш натижалари шаклланаётганида шуни ёдда тутиш керакки, тегишли бирликлар (дБмВ/м тавсия этилади)дан фойдаланиб, улар қайта ишланиши зарур. Бу хато натижалардан қутилишга ёрдам беради. Бундан ташқари, барча ўрганилаётган карталарда қуйидаги аниқ ахборот бўлиши лозим:

- ўрганиш санаси (жуда муҳим) ва ўрганувчининг исми шарифи,
- БС ўрнашган жой, унинг эгаси, исми шарифи ва шу кабилар
- ўрганилаётган антеннанинг баландлиги (ер ва денгиз сатҳидан баландлиги),
- кабелдаги йўқотишлар (талафотлар ўлчангани маъқул, чунки разъемлардаги ажратгичдаги талофатларни ҳисоблаб чиқиш мураккабдир),
- узатувчининг қуввати,
- антенна КУси (одатда 6 дБ),
- реал ERPни номинал ERPга айлантиришда фойдаланиладиган ростловчи омил.

Агар четга чиқишлар кўзга чалинадиган бўлса, ана шу барча тафсилотлар бундан буён зарур бўлиши мумкин.

Карта ва картография жадваллари

Текшириш учун масштаби 1:100000 бўлган карталарни, лекин 1:250000дан кўп бўлмаган ва 1:25000 дан кам бўлмаган масштабдаги карталарни танлаб олиш маъқулдир. Топографик лойиҳалашдан қоплашни прогноз қилиш учун фойдаланиш зарур. Лекин кўчаларнинг карталари ёки кўчаларнинг номлари ёзилган карталар тадқиқотлар натижаларини ёзиб қўйиш учун энг маъқулдир (системани ўрганиш учун қўлланилаётган масштабда планга улар киритилишидан илгари) пировард натижа миждоз фойдаланиши учун энгил ўқиладиган карта бўлиши лозим.

Миждоз талабини қондириш учун лойиҳалаштириш

Узлуксиз қоплаш ҳар қандай лойиҳанинг зарур таркибий қисмидир. Аммо, кенгайтириш имкониятини ҳам назарда тутиш зарур бўлади. Система операторининг бурчи (худди моддий рағбат сингари) — хизмат кўрсатиш талабларини қондиришдир. Лойиҳага системанинг энг кам сиғими ва уни кенгайтириш имконияти негиз бўлиши лозим. Яхши лойиҳачи шундай лойиҳа тузадики, у кейинчалик системанинг кенгайтишига монелик қилмасин.

Бундан ташқари, яхши лойиҳачи шуни биладики, тахмин қилиш (прогноз) — бу фақатгина суст фараз (гипотеза) шунинг учун ҳам у си-

стемага имкони бор қадар чаптастиклини бахш этади. Чаптастик дега нимизда, тезда, тасодифан талаб қилинган кенгайиш имкониятини ҳамда дастлаб танлаб олинган станцияларнинг яроқсиз бўлиб қолиши имкониятини тушунамиз. Уяли системанинг параметрлари кўп, булардан базавий станцияни қоплашни кенгайтириш ёки чеклаш учун фойдаланса бўлади. Бундан муддао-кўзда тутилмаган муаммоларни вақтинчалик ҳал этишдирки, бунинг шарти эса, зарур сигимга эга бўлишдир. Қўшимча каналга даҳлдор ускунани сотиб олиш учун энг камида 6 ойлик муҳлатни назарда тутиш зарар бўлади.

Келажакда бўладиган кенгайтириш ёки қоплашни яхшилаш учун станцияни кўчириш лозим бўлиб қоладиган бўлса, бундан эҳтимол тутилган хулоса шуки, лойиҳанинг имкониятлари жуда чекланган экан. Мижозларнинг келажакдаги талабини олдиндан айтиб бериш мушкул. Барча яхши лойиҳачилар прогнозларда хатолар бўлиши мумкинлигини назарда тутишлари керак.

3.2.6. Канал сигимини аниқлаш

Навбатдаги муаммо учун, масалан, АМПСнинг 7 уяли системасини олайлик, А диапазони 666 каналли бўлсин. Бошқа системалар учун тузатиш киритиш лозим бўлади. Тула-түкис жиҳозланган системанинг сигимини (1) тенгламага кўра аниқласа бўлади. Бу тенглама айрим станциялар учун эмас, фақатгина система учун тўғри келади. Чунки секторли ва кичик БСлар ҳар бир каналга катта айланма станцияга нисбатан турли сигимга эгадир. Лекин бу тенглама амалиётда турли базавий станцияларни қўлланаётган типик система учун жуда макбулдир. Чақирувларнинг нечоғли кўп-камлиги номаълум бўлганида ҳар бир каналга 20 мижоз тўғри келадиган сигимли система учун 30 МЭрл.ни назарда тутиш мумкин.

$$C_A = N_C \times 20 \times 30 / C_R = 600 \times N_C \times C_R, (1)$$

бу ерда N_C = овозли каналлар сони

C_R = МЭДаги қўнғироқлар шиддати (интенсивлиги)

C_A = системанинг сигими

N_C нинг энг кўп миқдори ҳар қандай станция учун система типига ва танлаб олинган уяли режага боғлиқдир. Уяли режа номери ($N_e=4, 7, 12$)га кўра:

$N_{стх} = \text{овоз каналлари} / N$ нинг якуний миқдори

Масалан, агар оператор AMPS (кенгайтирилмаган) частоталарининг А полосасидан фойдаланаётган бўлса, бу ҳолда овоз каналларининг якуний сони=333-21 ёки 312, ва агар №=7 бўлса, бу ҳолда:

$N_{\text{сmax}} = 312/7 = 44$ ҳар бир станцияга тўғри келадиган овозли каналлар

Агар №=4 бўлса, бу ҳолда:

$N_{\text{сmax}} = 312/4 = 78$ ҳар бир станцияга овоз каналлари

Шуни ўқтириб ўтиш лозимки, агар мунтазам уяли структура қувватлаб турилган бўлса, бу ҳолда юқори чегарадан ўтиб кетилмайди. Масалан, агар лойиҳа 12 БС учун тузилган бўлса ва фақатгина AMPS системасининг А-диапазони (кенгайтирилмаган) қўлланилаётган бўлса, ҳамда қақриувларнинг интенсивлиги 30МЭ бўлса, бу ҳолда каналларнинг энг кўп сифими қуйидагига баробар бўлади:

$(600/30) \times (12 \times 44) = 10560$ мижоз

(AMPS частоталарининг кенгайтирилган диапазони 832 каналдан иборат).

3.2.7. БС сифими

Каналлар кам ишлатилаётган БСлардан кўп ишлатилаётган БСларга ўтказилиши мумкин. Лекин БС лар — белгилаб қўйилган қурилмадир ва уларни кўчириш анча қимматга тушади. Юқорида ҳисоблаб чиқилган каналларнинг энг кўп сифими барча БСларнинг 100 фоиз банд бўлишини назарда тутди. Лекин ҳақиқатдаги системада трафиклар шундай тақсимланадими, баъзи БСлар бошқаларга нисбатан кўп сифимга эгадир. Шу боисдан ҳам амалдаги сифим БС сифимининг қарийб 70 фоизини ташкил этади. Янги системада (трафик «тарихи»га) эга эмас. БСларнинг ҳаммаси тўла ишга солиганида қўлга киритиладиган энг кўп сифимнинг 50 фоизига йўл қўйиш хатарсизроқ. Дарҳақиқат шундай, бунинг сабаби ривожланган системада унинг трафиғи тақсимланиши тўғрисида нотўғри ахборот камдир. Шу боисдан ҳам биз юқорида кўриб ўтган 12 БСдан иборат система қуйидаги сифимга эга бўлади:

$0,7 \times 10560 = 7392$ ёки тахминан мавжуд системада 7400 та

$0,5 \times 10560 = 5280$ ёки янги системада 5300 та

Мижозларнинг зичлиги

Мижоз /км² ёки Эрланглар/км²да ифодаланган мижозлар зичлиги система батамом шакллангандан кейингина аниқланиши мумкин. Сис-

тема ишга солинишидан илгари бу рақамни сон билан тасаввур этиш ниҳоятда мураккабдир. Ҳатто энг аниқ ҳисоб-китобда ҳам хатолар бўлади. Шунинг учун ҳам лойиҳачи жуда ўзгарувчан муҳитда ишлаши даркор. Бунинг маъноси шундаки, лойиҳа амалдаги трафикни ҳисоблаб чиқиш учун конфигурацияни ўзгартираверишга шай бўлиб туриши лозим.

Ҳайриятки, каналларни кўчириш йўли билан ҳозирги уяли системаларда каналларни қайта тақсимлаш жуда осондир. Бунинг шарти шуки, базавий станциялар қуйидаги талабларга жавоб бериши лозим: БСлар одатда модулларда 8, 10 ёки 16 каналга кенгайди. Модулларнинг ана шу миқёсларидан ортиқроқ кенгайтириш учун зарур бўлган қўшимча ускуналар қаторига қўшимча антенналар кирадики, буларни энг муҳим станциялар учун назарда тутмоқ лозим. Мижозларнинг зичлиги хусусидаги ана шу ноаниқлик, айниқса, марказий районлар учун жиддий масала бўлади. Базавий станциянинг конфигурацияси трафики даражаси шунга йўл қўйиб бериш керакки, янги система учун трафик прогнозларига нисбатан трафик даражаси икки баравар кўп бўлиши лозим.

Агар каналлар бир базавий станциядан бошқасига кўчиб турадиган бўлса, бир неча муҳим омилар борки, буларни ҳисобга олиш зарур бўлади.

Биринчидан, каналларни ҳақиқатан ҳам кўчириш мумкин бўлмоғи учун қўшимча устунчалар сотиб олиш лозим бўлади. Ҳар бир жуда муҳим БС учун қўшимча тарзда захира устун сотиб олиш ва монтаж қилиш оқилона иш бўладики, бу тез кенгайтиришга имкон беради.

Иккинчидан, баъзан "plumbing" деб аталадиган радио-частотали жуфт ускуна модулларда шахсий устунлар учун мослаштирилади. Конкрет ускунани жойлаштиришга боғлиқ тарзда ҳар бир уловчи кабел махсус ҳисоблаб чиқилади ва қирқилади. Ана шу кабелларнинг аксарияти «қалтис» узунликка эгадир ва уларни қўшимча ускунага мўлжаллаб захира билан сотиб олмоқ зарурки, токи конфигурациянинг турли вариантларида улашнинг иложи бўлсин.

12 БСга қайтадиган бўлсак, мабодо улардан учтаси CBD шаҳарнинг марказий амалий районида жойлашган бўлса, бу ҳолда марказий районнинг трафик сифими қуйидагига тенг бўлади:

$$(600/30) \times 3 \times 44 = 2640$$

Шунинг учун ҳам агар система янги бўлса (50 фоиз бандлик CBD учун мўлжалланган бўлиши керак), бу системани CBDга 1300 дан кўпроқ мижоз тўғри келишини мўлжаллаб лойиҳалаштириш оқилона иш бўлмас эди.

Агар CBD трафики умумий трафикнинг 50 фоизини ташкил этса (бу нормал деб ҳисобланади), бу ҳолда ана шу лойиҳанинг амалдаги

сигими $2 \times 1300 = 2600$; бу CBD энг кўп трафигининг 50 фоизидир. Бунга шаҳар ён-атрофидаги районларда бунёд этиладиган трафикнинг худди шунча миқдори қўшилади (юқорида олинган 5306 рақамини, ана шу чеклашларсиз таққослаб кўринг). Бу вазият шаҳарнинг марказий районига битта ёки иккита БСни кўчириб анча яхшиланиши мумкин.

3.2.8 Шаҳарнинг марказий амалий районларида БСни аниқлаш

Шаҳарнинг марказий амалий районларини қоплаш (CBD) учун зарур бўладиган базавий станциялар сонини аниқлаш учун куйидаги ҳисоб-китобни бажариш лозим.

CBD учун ҳисоблаб чиқилган пропорцияни (50%) билгач, бу соҳада талаб этилаётган БС сонини ҳисоб-китоб қилмоқ учун картага кўра CDB чегарасини тахминан аниқлаб, куйидаги ифодадан фойдаланиш имконияти бор:

$$CA = 600 \times N_C / C_R$$

AMPS системасида 666-канал №=7 бўлганида:

$$N_{\text{сmax}} = 44 \times N_B \text{ (тўла БСлар),}$$

бу ерда:

C_A = мижозларнинг умумий сони

N_C = каналлар сони

N_B = БС сони

$$N_B = (C_A / F) / (600 / C_R \times 44^*)$$

* ёки, агар бошқа уяли режа ёки система қўлланилаётган бўлса, (янги лойиҳалар учун $F=0,5$ бўлганида, мавжуд тармоқни кенгайтириш учун $F=0,7$ бўлса), энг катта миқёсдан фойдаланинг.

Айланма уялар

Айланма БСлар, ҳатто, 20 тадан кам бўлган озгина каналлардан фойдаланилганида ҳам секторлигига нисбатан трафикнинг анча катта сигимига эгадирлар. Каналларнинг ҳар қанча сони учун айланма БСни конструкция қилиш секторли БСни конструкция қилишга нисбатан осонроқдир ва арзонга тушади. Шу боисдан ҳам, айланма конфигурацияда битта мижоз учун кетадиган харажатлар секторли ўрнатишдагига нисбатан анча камдир. Частоталардан ортиқча фойдаланиш зарур шарт бўлмаганида айланма БСдан фойдаланиш янги уяли системанинг сигимини оширишда вақтинча қимматли усул бўлиши мумкин.

Умуман олганда, пировард оқибатида, айланма уяларни секторларга бўлиш зарур бўлади. Хизмат кўрсатиладиган кичик зоналар бундан мустаснодир. Айланма уя тескари алоқасининг имконияти камайиши қўл аппарати самарадорлигининг ёмонлашуви оқибатида бўлиши мумкин. Бунини шаҳарнинг марказий амалий районлари учун яхши ғоя деб бўлмайди.

Антенналар

Агар ёйилган икки антеннадан биттаси 64 приёмник билан уландиган бўлса, бу норма деб саналади. Узатувчи антенналар одатда фақатгина 15 — 16 канални ўтказадилар. Базавий станциялар чапдаст ишламоғи учун уларда антеннанинг қўшимча сизими бўлиши лозим. Антенналар, кабеллар (фидерлар) ва улаш элементлари (муфталари)ни етказиб бериш муддати одатда уч ойга яқиндир.

Системанинг баланси

Уяли системаларнинг бошланғич намуналарида (спецификацияларида) баланслашган системага алоҳида урғу берилган эди ва балансга дурустгина эришилган эди. Биз бу ҳақда кейинроқ батафсил тўхталиб ўтамиз. Баланслаган мобиль система — шундай системадирки, унда мобиль аппарат билан БС ўртасида узатилаётган ахборот сифати бир хил сифатга эга бўлади. Бу сифат сигнал-шовқин нисбати билан ўлчанади. Умуман олганда, кетувчи алоқа, яъни нисбатан қуввати паст бўлган мобиль телефондан базавий станцияга бўлаётган алоқа айниқса нозикдир.

Мобиль аппарат учун кетувчи алоқа чекловчи омилдир. Чунки таралаётган қувват фақатгина 0,6 Вт.га баробардир. БС чиқаётган йўлидаги талофатларнинг йўл қўйиш мумкин бўлган миқдори мобиль аппарат чиқаётган йўлидаги талофатларнинг йўл қўйиш мумкин бўлган миқдорига тенг ёки ортиқдир. Шунинг боисдан ҳам, БСнинг қуввати ҳар қанча оширилмасин, бу мобиль аппарат учун қопланишни кўпайтирмайди. Автомобилларда ўрнатилган телефонлар БС қуввати оширилгандан кейин ҳам катта афзалликка эга бўлмайдилар.

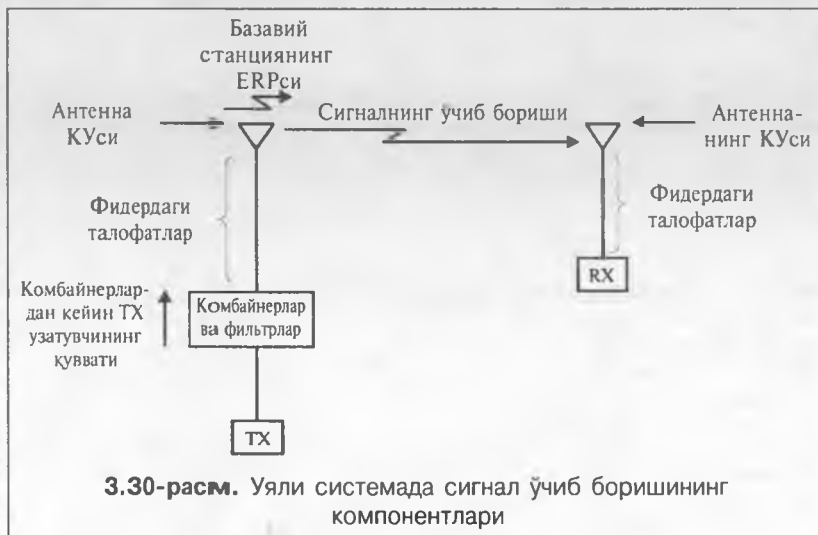
БСнинг кўпайтирилган қуввати турдош ва қўшни каналлар режимида интерференциянинг кўпайишига сабаб бўлади. Шунинг учун ҳам, частоталардан ортиқча фойдаланиш назарда тутилмаган ҳоллардагина бундай кучайтиришга зарурат бўлади. Бундай интерференцияда маълумотлар бузилади.

3.30-расмда сигналнинг ўчишига сабаб бўлаётган параметрлар кўрсатилган. Айланма БСдан мобиль аппарат йўналишида сигналнинг энг кўп даражада сўниши БС ERP (нурланишининг самарали қуввати) билан белгиланади. Бу мисолда 50-Вт ERP учун:

$$50 \text{ Вт} = 10 \log 50\,000 \text{ дБм} = +47 \text{ дБм}$$

БСдан келаётган сигналнинг ўчиб боришининг йўл қўйиб бўладиган соф миқдори

Илова: Сигнал/шовқин (антеннанинг шовқини) нисбати учун қабул қилиш даражаси 50 фоиз жойлашиш учун $=18\text{дБ}=-101\text{дБм}$ дир. Қабулнинг зарур даражаси учун турли миқдорлардан фойдаланилади, булар жумласига -116дБм (энг кўп сезгирлик) ва 95 дБм ($=39\text{дБмВ/м}$) киради. Бу система баланси ҳисоб-китобига таъсир қилмайди ва йўл қўйиб бўладиган сўниб боришнинг турли миқдорларига олиб келиши мумкин.



Айланма БС ва секторли БСга автомобил телефонининг сигналлари турлича йўл қўйиб бериладиган сўниб боравериш миқдорларига эга бўлади. Бу ҳолда, бир нечта қўшимча омиллар борки, булар 3.8- ва 3.9-жадвалларида акс этган.

Жадваллардан кўриниб турганидек, 141 дБмнинг ўзидаёк, сигналнинг сўниб боравериши чекловчи омилга айланади. Мобиль терминал БСга қониқарли сигнални таъминлай олмай қолади. Талофатлар миқдори 148 дБга қадар кўпайиб боравергани сайин автомобил телефони БСдан номуқобил (ноадекват) сигнални сеза бошлайди. ERP БСни 3 дБга (яъни 100Втгача) кўпайтириш (автомобил телефонининг ERPсини баланслаштириш учун) мобиль аппаратнинг самарадорлигини яхшиламайди.

3.8-жадвал. Автомобилда ўрнагилган мобиль аппаратининг йўл қўйиш мумкин бўлган сўниб бориши.

	Айланма БС	Секторли БС
ТХ-3 Ватт=10 log 300 дБ ўзатиш қуввати	35 дБм	35 дБм
Фидердаги талафотлар	-3 дБм	-3 дБм
Антеннанинг кучайиши	+3 дБм	+3 дБм
БС қабул қилувчи антеннасининг кучайиши	+9 дБм	+17 дБм
БС фидердаги талафотлар	-3 дБм	-3 дБм
БС кучайишининг ёйилиши	+6 дБм	+6 дБм
Системанинг кучайиши	47 дБм	55 дБм
S/N=18 дБ учун сигналнинг йўл қўйиш мумкин бўлган сўниб бориши	+101 дБм	+101 дБм
Қўл аппарати учун соф йўл қўйилиши мумкин бўлган сўниб бориши	148 дБ	156 дБм

3.9-жадвал. Мобиль аппарат учун йўл қўйиш мумкин бўлган сўниб бориши

	Айланма БС	Секторли БС
ТХ-3 Ватт=10 log 300 дБ ўзатиш қуввати	28 дБм	28 дБм
Фидердаги талафотлар	0 дБм	0 дБм
Антеннанинг кучайиши	0 дБм	0 дБм
БС қабул қилувчи антеннасининг кучайиши	+9 дБм	+17 дБм
БС фидердаги талафотлар	-3 дБм	-3 дБм
БС кучайишининг ёйилиши	+6 дБм	+6 дБм
Системанинг кучайиши	40 дБм	48 дБм
S/N=18 дБ учун сигналнинг йўл қўйиш мумкин бўлган сўниб бориши	+101 дБм	+101 дБм
Қўл аппарати учун соф йўл қўйилиши мумкин бўлган сўниб бориши	141 дБ	149 дБм

Секторли антенналар мобиль аппаратнинг самарадорлигини анча оширадилар. Секторли қабул қилиш антенналаридан фойдаланилганда 100-Вт ERPни қўлланиш мобиль аппарати самарадорлигини 3 дБга яхшилайти.

Секторли антенналар ва системанинг баланси

БС учун секторли антенналар айланма антенналарга нисбатан катта КУ га эгадирлар ва мобиль аппарат текскари алоқаси самарадорлигини БС билан баланс нуқтасигача яхишилашлари мумкин.

Секторли антеннанинг КУси (17дБ) айланма антенна КУси (9дБ)га нисбатан 8 дБ каттадир, шунинг учун ҳам система балансига эришиш мумкин:

Хар бир БС учун система балансини алоҳида-алоҳида ҳисоблаб чиқишга (бирор бир ростлаш талаб этилмаганида) зарурат йўқ, чунки барча натижалар бир нечта дБ атрофида бўлади. Бу ҳисоб-китоблардан мақсад — ТХнинг дБ учун узатувлари оптимал қувватини олишдир. Интерференция сабабли БСда узатишнинг жуда катта қувватини ўрнатиш самарасиз бўлади.

Энди айланма антенналар КУси 8 дБ катта бўлган секторли антенналарга алмаштирилганидаги ҳолатни кўриб чиқайлик. Агар бу ҳолда ТХ узатувчисининг қуввати пасаймаса, бунда ERP ҳам 50 Ваттдан 8 дБга кўпаяди. Бунинг маъноси шундаки $ERP = 50 \times 10^{0.8} = 315$ Втдир. ERPнинг бу миқдори йўл қўйиш мумкин бўлган чегарадан ортиб кетади ва жиддий интерференцияга сабаб бўлади.

Узатиш сигналларнинг балансини белгилаш учун ТХ узатувининг қувватини $10^{0.8}$ га (ёки 6.3 миқдорига қадар) камайтириш зарур. Амалиётда секторли антенналар қўлланилганида ТХ узатувининг қуввати одатда 5-10 Ватт.га қадар камаяди. Секторли антеннанинг аслидаги КУси 17 дБдан 10 дБга қадар ўзгариб тургани учун (антенна марказига нисбатан оғиш бурчагинанинг ўзгаришига қараб) шу диапазон ишлатилади.

Шаҳар ташқарисидаги системалар учун 500-Вт ERP

Америкадаги шаҳар ташқарисидаги хизмат кўрсатиш зоналари (RSA) учун FCC $ERP=500$ Вт миқдорини тавсия этади. Гарчи бу чегарадаги 100Втга тенг бўлган фойдаланилаётган миқдорга зиддек туюлса ҳам аслида бундай эмас. 500Вт ли чегара миқдоридан шаҳар ташқарисидаги районларда, кам деганда, вилоят марказларидан 38 км. (24 мил нарида) масофада фойдаланиш мумкин. Бундай катта қувватдан автомагистрал бўйлаб ёки узунасига қоплаш зарур бўлган бошқа ҳудудларда фойдаланилади, деб мўлжалланмоқда.

Системанинг самарадорлигига қабул қилувчи антенналарнинг КУси узатувчи антенналарнинг КУ сидан катта бўлиши туфайли эриши-

лади. Агар система, мобиль аппаратдан БСга борувчи 100 Втли ERP учун созланган бўлса, бу ҳолда тафовут $10 \lg 5 = 7\text{дБ}$ баробар бўлади. Узатувчи антеннанинг КУсига нисбатан қабул қилувчи антеннанинг 7дБ кўп КУсидан фойдаланиш билан системанинг баланси тикланади.

Автомагистрални қоплаш учун намунали (типик) БС 1,8м-узатувчи антеннага (КУ =25,4дБ) эгадир. КУнинг 6,5 дБли тафовути амалда системани баланслаштиради.

PCS тармоқларини лойихалаштириш

PCS тармоқларининг лойихаси уяли радиоалоқага турлича ёндашувларни талаб этади. PCSдаги базавий станциялар 100 метрдан тортиб то 300 метргача қоплаш зонасига эгадир. БСларнинг ўзи ҳам жуда кичкина бўлиб, ҳажми 30х30х30 сантиметрда монтаж деганимизда, ускуналарни деворга ўрнатишни, таъминоғ кабеллари, телефон ва антенна кабелларини тортишни тушунамиз.

Лойихачи одатда ўрнатиш учун жой танлайди. Бунда у ана шу жойнинг қоплаш учун яроқлилигини ва кириш мумкинлигини назарда тутди. Кўпинча бунга мазкур зонада кам деганда битта БС бўлгандагина эришиш мумкин. Мазкур лойиха билан уяли лойиха ўртасида тафовут қўйидагидан иборат: бу ерда одатда худуднинг 90 фоиз қопланишига ва айни пайтда бу жараён 90 фоиз вақтни қамрашидек мақсад қўйилмайди. Уртача катталиқдаги магазин сервис билан камраб олиинди деб ҳисобланмоғи учун унинг киришларидан бирида PCS нуқтаси бўлмоғи лозим. Англиядаги СТ2 провайдер Rabbitнинг айтишича, у Лондон метросини «қоплаб турган» ягона система экан. Бу аксарият станциялар базавий станциялар билан таъминланган, бунинг шарофати билан бу ерда уяли телефонлардан фойдаланиш мумкин демакдир.

3.2.9. Уяли системаларни моделлаштириш

Уяли системаларда, масалан, битта уячага N-та жисмоний каналлар бўлса, N-та мижозни алоқа билан таъминлаш мумкин. Лекин бу жуда ҳам оздир: ҳатто етти уячали кластир бўлганида ҳам амалда жисмоний каналлар сони 200 тадан ортиб кетиши мумкин эмас, кўпинча эса бу микдор 50-70 тадан ёки ҳатто 20-30 тадан ортмайди. Яна шу нарса ҳам равшанки, хизмат курсатилаётган мижозлар сонини каналлар сони билан чеклаб қўйиш сира мақбул эмас, чунки барча мижозлар бир вақтнинг ўзид алоқадан фойдаланишни истаб қолиши

камдан-кам учрайдиган ҳодисадир. Демак, каналлар сони N -та бўлганида, N -дан кўпроқ мижозларга хизмат кўрсатиши мумкин, лекин баъзи ҳолларда мижозлар кўнғироқ қилганларида рад жавобларини оладиларки, бундай рад жавоблар каналлар сонига нисбатан мижозлар сони кўп бўлганида тезроқ содир бўлади.

Бу ўринда шуни таъкидлаш лозимки, бошқа ҳар қандай телефон алоқаси системаси сингари уяли алоқа системаси ҳам ялпи хизмат кўрсатиш системасининг намунавий мисолидир - чақирувлар оқими тасодифий бўлиши, хизмат кўрсатишнинг давомийлиги ҳам тасодифий бўлиши ҳамда хизмат кўрсатиш каналларининг охириги сони ҳам тасодифий бўлиши табиий ҳолдир. Бунинг устига телефон алоқаси системаси, тарихий нуқтаи назаридан оладиган бўлсак, ялпи хизмат кўрсатишнинг биринчи системаси мисолидир, яна ҳам аниқроқ айтадиган бўлсак, бу биринчи амалий сабаб бўлдики, шундан кейин ялпи хизмат кўрсатиш системаларининг назарияси раванқ топа бошлади, жумладан бу ялпи хизмат кўрсатиш назарияси бўйича биринчи математик коррект иши бўлди.

Аввало, асос бўладиган тушунчаларни ва йўл қўйиш мумкин бўлган ҳолатларни келтириб ўтиш, шундан кейин эса системанинг асосий моделларини кўриб чиқиш, амалда одатда қўлланиладиган, рад жавобларни ҳам бўладиган система моделининг (Эрланг В модели) характеристикаларига батафсилроқ тўхтаб ўтиш зарур.

Чақирувлар тасодифий оқимининг энг кўп учрайдиган умумий характеристикаси λ чақирувлар тушумининг умумий частотасидирки, у вақт бирлигидаги чақирувлар сони билан, масалан, λ чақирув/соат билан ўлчанади.

Битта T чақирув (у вақт бирликларида ўлчанади) хизматининг ўртача давомийлиги худди шу тахлитда киритилади. Ана шу миқдорларнинг кўпайтмаси Эрлангларда ўлчанадиган ўртача трафикни ҳосил қилади. Масалан, агар $\lambda=20$ чақирув/соат бўлса, $T=0.2$ соат бўлганида, трафик $A=4$ Эрланг бўлади. λ ва T ни ўлчаш учун вақтнинг ҳар қандай бирликларидан фойдаланса бўлади, лекин англашилмовчиликлар юзага чиқмаслиги учун иккала ҳолатда ҳам битта вақт бирлигидан фойдаланилса қулайроқ бўлади. Юклама характеристикалар, яъни λ чақирувлар тушумининг ўртача частотаси, A трафик одатда юклама энг кўп булган соат учун баҳоланади.

Тасодифий миқдор бўлган чақирувлар тушумининг частотаси k чақирувлар (дискрет тасодифий миқдор) тушумининг эҳтимолини белгилаб берадиган Пуассон тақсимооти билан t вақт учун баён этилади:

$$P_k = [(\lambda t)^k / k!] e^{-\lambda t}, \lambda t > 0, k \geq 0$$

Бу ўринда t интервалидаги чакирувларнинг ўртача сони ва худди шу интервалдаги чакирувлар сони дисперсияси тегишли тарзда куйидагиларга тенгдир.

$$k = \lambda t; D_k = \lambda t$$

яъни P_k учун ифодага кирадиган λ параметри - чакирувлар тушумининг юқорида аниқланган ўртача частотасидир (вақт бирлигидаги чакирувларнинг ўртача сони)

Битта чакирувга хизмат кўрсатишнинг давомийлиги (алоқа каналининг қанча вақт банд бўлиши) - τ узлуксиз тасодифий миқдордирки, у экспоненциал тақсимот билан баён этилади.

$$w(\lambda) = [1 / T] x e^{-x/T}, t \geq 0$$

бу ифодага ўртача миқдор ва дисперсия мос тушади:

$$\tau = T, D_\tau = T^2$$

яъни ўртача миқдор битта чакирувга хизмат кўрсатишнинг юқорида аниқлаб олинган ўртача давомийлигига баробардир.

Энди уяли алоқа системасининг моделларига ўтайлик. Барча моделларда чакирувлар оқими Пуассон тақсимотига бўйин эгадиган йўсинда қабул қилинади ва чакирувга хизмат кўрсатишнинг давомийлиги экспоненциал тақсимот йўсинида қабул қилинади, ҳар хил моделлар бир-биридан, системалиги барча каналлар банд бўлиб қолганида тушаётган чакирувлар «ҳоли не кечаётгани» фарқ қилади. Бу чакирувлар чиқариб ташланиши, яъни бекор қилиниши (рад этиш системалари) ёки навбатга туришлари ҳамда канал қачон бўшаши, бу қанча вақт давом этишини билмай, кутиб туравериши, шундан кейин эса вақтнинг зарур интервали давомида хизмат кўрсатилиши (кутиб туриш системаси); оралик ҳолатлар ҳам бўлиши мумкин, масалан, кутиш моделлари, лекин булар вақтнинг чекланган интерваллари давомидадир.

Рад этиш системасида (Эрланг В модели; Англия терминологиясида - lost-calls-cleared condttions яъни рад жавобини олган чакирувларни отиб юбориш шартлари) рад этиш эҳтимоли (барча каналлар банд бўлганида чакирув тушиш эҳтимоли) куйидаги ифода билан аниқланади.

$$P_0 = [A^N / N!] / [\sum (A^n / n!)], (*)$$

Бу ерда N - каналлар сони, A трафик (системадаги юклама).

Кутиб туриш системасида (Эрланг С модели) ушланиб қолиш эҳтимоли (келиб тушаётган чакирувга дарҳол хизмат кўрсатилмай, навбатда туриб қолиш эҳтимоли)

$$P_c = [P_{oc} \times A^n \times n] [N! \times (N - A)]$$

бу ерда илгариги ифодаларга қўшимча тарзда

$$P_{oc} = 1 / [\sum (A^n / n!) + [(A^n \times n) / (N! \times (N - A))]]$$

- барча каналларнинг бўш бўлиши эҳтимоли.

Кутиш вақти ва хизмат кўрсатиш вақти чекланган системада (Эрланг А модели ёки Пуассо модели) барча каналлар банд бўлган вақтда келиб тушган чақирув навбат кутиб туради, лекин кутиш вақти хизмат кўрсатишнинг ўртача вақтидан (сўзлашувнинг ўртача давом этиш вақтидан) кўп бўлмайди. Агар шу вақт мобайнида ҳатто битта канал бўшаса, чақирув уни хизмат кўрсатиш ўртача вақтининг қолган вақти учун эгаллайди, шундан кейин эса у «отиб юборилади». Бундай системада рад этиш эҳтимоли қуйидагича ифодаланади.

$$P_A = \sum [(A \times e^{-A}) / n!]$$

Уяли алоқа системаларининг сигимига баҳо берилаётганида одатда Эрланг В модели (рад этиш системасининг модели) дан фойдаланилади. Лекин буни бир қадар оқлайдиган ҳолатлар ҳам бор: рад этиш эҳтимоли кам бўлганида Эрланг В ва С моделларида бир-бирига яқин натижалар олинади. Система сигимининг ҳисоб-китоби, одатда 0,01 дан ортиб 0,05 га қадар миқдорларда P_c миқдори учун (чақирувга рад жавоби бериш эҳтимоли ёки чақирувни тўсиб қўйиш эҳтимоли) қилинади.

Эрланг В модели учун айрим қўшимча характеристикаларни келтириб ўтамыз. Барча каналлар бўш бўлиши эҳтимоли:

$$P_{ov} = 1 / [\sum (A^n / n!)]$$

К каналлари банд бўлиши эҳтимоли:

$$P_{ov} = 1 / [\sum (A^n / n!)]$$

Банд каналларининг ўртача сони:

$$K = P_{ov} \times \sum (A^n / (n - 1)!)]$$

Рад этиладиган системада чақирувни тўсиб қўйиш эҳтимолини аниқлаб берадиган формула (*) бевосита жорий этиш учун бир қадар қўполдир. Амалда унинг жадвал шаклидаги кўринишидан фойдаланилади. Ана шу формулани табуляция шаклида тасаввур этиш мисоли 3.10-жадвалда келтирилган.

3.10-жадвал. Рад этиш ҳоллари ҳам бўлган оммавий хизмат кўрсатиш системасининг модели (Эрланг В модели)

Каналлар сони №	Рад этиш эҳтимоли				
	0,002	0,01	0,02	0,05	0,10
Эрланг					
1	0,002	0,01	0,02	0,05	0,11
2	0,07	0,15	0,22	0,38	0,60
5	0,90	1,36	1,66	2,22	2,88
10	3,4	4,5	5,1	6,2	7,5
20	10,1	12,0	13,2	15,2	17,6
30	17,6	20,3	21,9	24,8	28,1
40	25,6	29,0	31,0	34,6	38,8
50	33,9	37,9	40,3	44,5	49,6
100	77,5	84,1	88,0	95,2	104,1
150	122,9	131,6	136,8	146,7	159,1
200	169,2	179,7	186,2	198,5	214,3

Ушбу жадвалга таяниб ишлайдиган бўлсак, шу нарса равшанки, каналлар сони ортиши билан мазкур каналлар сонига нисбатан юклама тезроқ ўсиб боради. Бу гап аввало каналлар 30 дан кам бўлган ҳолларга дахлдордир. Шу боисдан ҳам уяли алоқанинг энг мақбул қурилган система-сида, ҳар қалай, ҳар бир секторда кам деганда 30 канал бўлиши лозим.

Формула (*) дан фойдаланиш методикасини кўриб чиқайлик. Унинг таркибига 3 та параметр: каналлар сони N , юклама A ва рад этиш эҳтимоли P_b киради. Агар 2 параметр маълум бўлса, учинчисини топиш осон. Масалан, агар каналлар сони маълум бўлса, ва рад этиш ҳолларининг бир мунча эҳтимоли берилган бўлса, бу ўринда хизмат кўрсатиш мумкин бўлган трафикни топса бўлади. Мисол келтириб ўтайлик: 70 сектордан таркиб топган уяли алоқа системасини кўриб чиқайлик. Секторлардан ҳар бирида 30 тадан канал бор, деб фараз қилайлик (агар бу TDMA методидан фойдаланилаётган рақамли система бўлса, бу ҳолда жисмоний каналлар сони назарда тутилади).

Агар биз 0,01 рад этиш эҳтимолини таъминламоқчи бўлсак, бу ҳолда 3.10-жадвалга мувофиқ ҳар бир секторга 20,3 Эрл юкламасига хизмат кўрсатса бўлади. Агар ҳар бир мижоз бир соатда ўртача биттадан кўнғироқ қиладиган бўлса ва сўзлашувнинг ўртача давомийлиги 2 минут ёки 1/30 соатга баробар бўлса, бу ҳолда битта мижозга юклама 1/30 Эрлга баробар бўлади ҳамда ҳар бир секторда $20,3 \cdot 1/30 = 609$ мижозга хизмат кўрсатилиши мумкин. 70 сектордан иборат бўлган бутун системада $609 \cdot 70 = 42630$ мижозга хизмат қилса бўлади. Ушбу натижа тахминий бўлса ҳам системани дастлабки тарзда лойиҳалаштириш учун етарлидир.

Бу ўринда, юқорида баён этилган формулалар асосида, банд каналларнинг ўртача сони $K_p = 20,1$ бўлади. Барча каналларнинг бўшлиғи ёки 10 ёки 20 каналлар бандлиги эҳтимоли, мувофиқ тарзда, $1,55 \times 10^9$, 0,055 ва 0,09 бўлади.

Ҳақиқатан ҳам, уяли системалар жуда мураккабдир ва бир-биридан жуда кўп жиҳатлар билан фарқ қилади, шу боисдан сигналнинг тарқалиши тўғрисида умумлашган хулосаларни баён этиш бағоят мушкулдир. Уяли системаларни моделлаштириладиган математиклар реал дунёнинг бетартиблиги ва ясси юза (бу юзада сигналларнинг тарқалиши аниқ-тиниқ 6 бурчакнинг худди ўзидадир) га асосланган моделларга таянадилар. Гарчи ушбу моделлар ва реал воқелик ўртасидаги ўзаро боғлиқлик кўп жиҳатдан тасодифий бўлса ҳам турли уяли структура-лар ва конфигурацияларнинг нисбий тегишли самарадорлиги хусусида айрим хулосалар чиқариш мумкин.

Бир хил радиусдан то олти бурчакгача айланма бир хил қўлланиш зоналаридан жўнлаштиришдан асосан тартибга солиб туриш учун фойдаланилади ва бу масафадан ортқча фойдаланиш коэффиценти билан уя радиуси ўртасида қуйидаги нисбатга олиб келади.

$$D/R = \sqrt{3 \times N}$$

бу ерда **D** = қайта фойдаланиш масофаси

R = уялар радиуси

N = кластерда уялардан такрор фойдаланиш сони

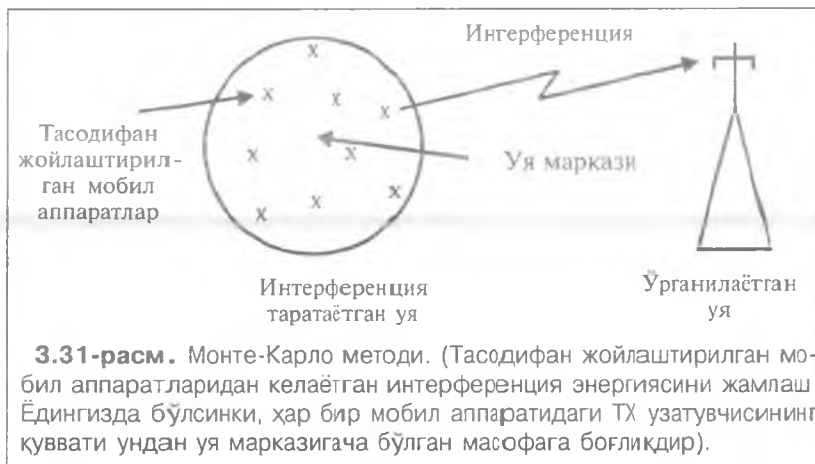
Агар **N** фақат қуйида келтириладиган миқдорларга тенг бўлганида, кластерлар симметрияли (яъни барча уялар, ўзларининг частоталарини қайтараётган уялардан бир хил масофада бўлиши лозимлиги) тўғрисидаги талаб қондирилади:

$$N = (k + 1)^2 - k1,$$

бу ерда **k** ва **1** - мусбат бутун сонлардир.

Бу, агар структура симметрияли бўлиши шарт бўлса, бу ҳолда N фақатгина $N=3, 4, 7, 9, 12\dots$ миқдорларига баробар бўлади демакдир. Агар N бошқа миқдорларга тенг бўлса, шундай система вужудга келадими, унда турли уялар ўртасидаги масофа турлича бўлади, яъни система носиметрикдир, шу босидан ҳам ҳар уялар учун интерференция ҳар хил бўлади. Лекин бундан ана шундай структуралар, албатта, истисно этилиши керак, масалан, $n=2$ структураси жорий этилиши зарур, деган маъно келиб чиқмайди.

Шу моделлар билан биргаликда ўрганилиши мумкин бўлган энг муҳим фойдали жиҳатлардан бири шуки, частоталардан ортиқча фойдаланиш зичлигини аниқлаш учун турли уяли структуралар нечоғли таққослаб кўрилиши мумкинлигидадир. Монте-Карло методи билан компьютерда системани моделлаштириш энг кўп қўлланиладиган методдир. Моделлаштиришнинг бу методнинг моҳияти қуйидагичадир: уяли аппаратлар турли нуқталарда «гайриқонуний» жойлаштирилади ва энг яқин БСгача сигналнинг учиб бориши 3.31-расмда кўрсатилганидек ҳисоблаб чиқилади. Шундай қилиб, телефон ишлаши учун зарур бўлган қувват даражасини, шунингдек олисдаги базавий станциялар билан интерференция даражасини аниқлаш мумкин.



3.32-расмда бу $N7$ уяли режа учун кўрсатилган, бу ўринда БС «D» марказий амал қилаётган зонада ишлаётган мобил аппарат худди шу частотадан фойдаланилаётган энг олисдаги уя билан биргаликда ин-

терференция тарқатади. Интерференцияни ўлчашнинг асосий бирлиги С/І (ёки рақамли станциялар учун Eb/No) миқдори эканлигини билиб олганимизда тарқалиш ифодасини қўлланишнинг яққою ягона усули - бу интерференция даражасини аниқлашдир. (2):

$$F = k/d^4 \quad (2)$$

бу ерда **F** = майдоннинг кучланиши

k = доимийлик

d - масофа

Шу нисбатдан фойдаланиб олисдаги БСда сигнал интерференция даражасини олиш осондир. Уяли аппарат учун турли нуқталарда ана шу жараёни кўп марта лаб қайтариб, охир оқибатда интерференция учун миқдорлар спекторини олса бўлади. Ана шу интерференциянинг 90% кўпинча эталон сифатида қабул қилинади. Шу тариха моделлаштириш исталган сигналнинг 90% миқдорини беради, шундан С/І миқдорини ҳисоблаб чиқса бўлади. 3.11-жадвалда айрим асосий конфигурациялар учун С/І миқдорлари санаб ўтилган.

3.11-жадвал. Турли уяли структуралар учун С/І миқдорлари

Уяли тузилма	90% С/І	D/R
12 секторли айланма	20,8	6
7 уяли айланма	14,2	4,58
7 уяли, 3 секторли	20,8	4,58
7 уяли, 6 секторли	24,9	4,58
4 уяли айланма	8,3	3,46
4 уяли, 3 секторли	15,0	3,46
4 уяли, 6 секторли	19,4	3,46
3 уяли, 3 секторли	12,5	3,0
3 уяли, 6 секторли	16,7	3,0
2 уяли, 6 секторли	12,4	3,0

Манба: Ер юзасидаги Garry C.Hess мобил радио системасининг инженерияси.

Изоҳ: Уянинг радиуси - 6 км, БС баландлиги - 30 метр, логарифм-ли экранлаштиришга асосланган.

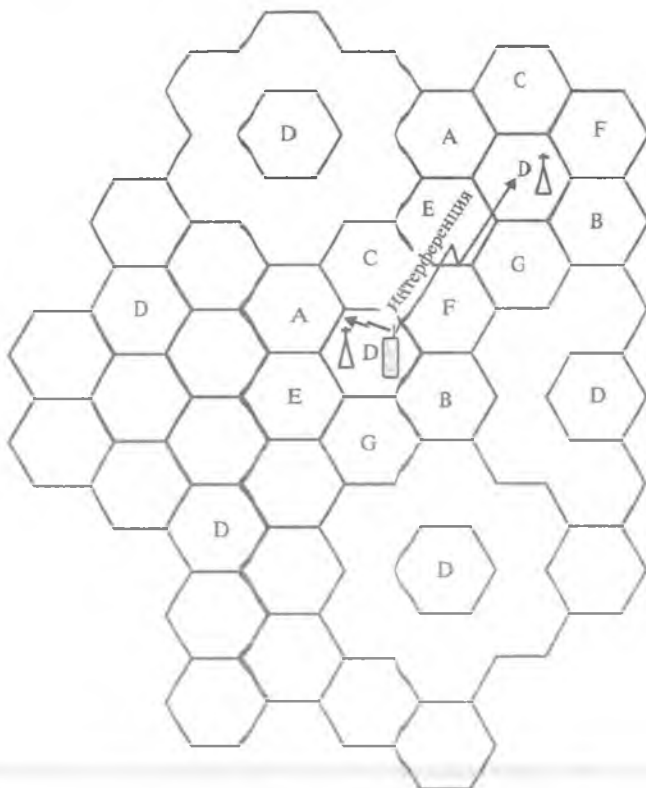
Агар (2) ифодада Р ва D миқдорларини қўйсақ, бу ҳолда:

$$I = k/D^{3.5}$$

$$C = k/R^{3.5}$$

Унда (3):

$$C/I = (D/R)^{3.5}$$



3.32-расм. Фойдаланилаётган С/1 нисбатини аниқлайдиган интерференция режими. Ёдингизда булсинки, ҳар бир D уяси олтига D каналдош уялар ўралгандир.

Катта уяли системаларда интерференциянинг жуда кўп турлари бўлади, шунинг учун ҳам «соф» интерференция барча каналдош уялар суммасидан иборат бўлади. Геометриядан шуни кўрсатиш мумкинки, тўғри олти бурчакли структурада ҳар қандай уя учун олтига каналдош уячалар бор. Бу уялар унинг атрофида симметрик жойлашгандир (3.32-расмга қаранг) олислашиб боравергани сабабли каналдош уялар кўпайиб бораверади. Лекин мобил аппаратдан сигналнинг тарқалиши май-

дон кучланишининг 4-даражасига тескари бўлгани учун анча олисдаги каналдош уялар қўшаётган (ҳисса)дан интерференциянинг якуний миқдоридан воз кечса ҳам бўлади. Бундан шундай хулоса чиқариш мумкинки, «соф» интерференция битта каналдош БС интерференциясининг олти карра кўпайтирилган миқдорига баробардир.

Мисол сифатида 7 уяли айланма структурани кўриб чиқиш мумкин, унда $D/R=4,58$ дир. Агар тарқалиш майдон кучланишининг 3,5 даражасига тескари пропорционал деб тасаввур қилсак, бу ҳолда C/I $1/6 \times (4,58/1)^{3,5}$ га ёки $48,5=10 \log (48,5) = 16,8\text{дБ}$ га тенгдир. Агар 4 та уяли айланма БС учун ҳисоб-китоб қиладиган бўлсак, бу ҳолда оқибатда 11,1 дБ олинади. Гарчи ҳақиқатдаги миқдорлар 3.11-жадвалдаги миқдорлардан бир нечта дБ га фарқ қилса-да, нисбий миқдорлар худди ўша-ўшадир (тафовут тахминан 5,8 дБ га баробар).

Секторли антенналар учун миқдорлар ҳар бир каналдош уя интерференция даражасидан алоҳида-алоҳида аниқланади, чунки ҳар бир уянинг ҳақиқатдаги интерференцияси, интерференцияга йўналтирилган антенна КУ га боғлиқ тарзда турлича бўлади.

$C/I = \text{дБ}$ миқдори АМРС системалари учун ва 10-15 дБ TDMA системалари учун тўғридир.

Системаларни лойиҳалаштираётганда, шундай уяли структуралардан фойдаланиш амалий жиҳатдан маъқулки, уларда C/I нинг назарий нисбати системанинг C/I системасидан катта бўлсин. АМРС системаларида $C/I=18$ дБдир, шу боисдан ҳам тўртта уяли олтига секторли структурага эга бўлган уяли структура энг кам мақбул структурадир. GSM эндигина қўлланилаётган кезларда $N=3$ бўлган уяли структурадан фойдаланиш тўғрисида кўпгина тақлифлар тушган эди, бунда $C/I=12$ ёки бундан ҳам яхшироқ бўлади. Ҳақиқатда эса C/I миқдори, исботлаб берилганидек, юқорироқ бўлди ва бу режалар кенг миқёсда ўзини оқламади.

Уяли структурани танлаб олиш, бу кўп жиҳатдан муросадир. Назарий жиҳатдан олганимизда, N нечоғлиқ кам бўлса, трафик ва частоталардан ортиқча фойдаланиш самарадорлиги шу қадар юқори бўлади. Лекин амалдаги ҳолатлар билан C/I нисбатини назарий усулда олиш ўртасида айрим тафовутлар мавжуд. Учта уяли олтига секторли структурадан фойдаланилаётган ҳақиқатдаги системада C/I миқдори 16,7 дБ га етиши мумкинлиги тўғрисида сира кафолат бериб бўлмайди. Назарий жиҳатдан олганимизда, етти уяли, уч секторли система уч уяли, олти секторли системага қараганда интерференция борасида анча ишончлироқ бўлади деб айтиш мумкин ва унда тўсиб қўйишлар ва

сўзлашувларнинг аралашиб кетиши камроқ бўладики, бу ўз навбатида сифимни камайтиради.

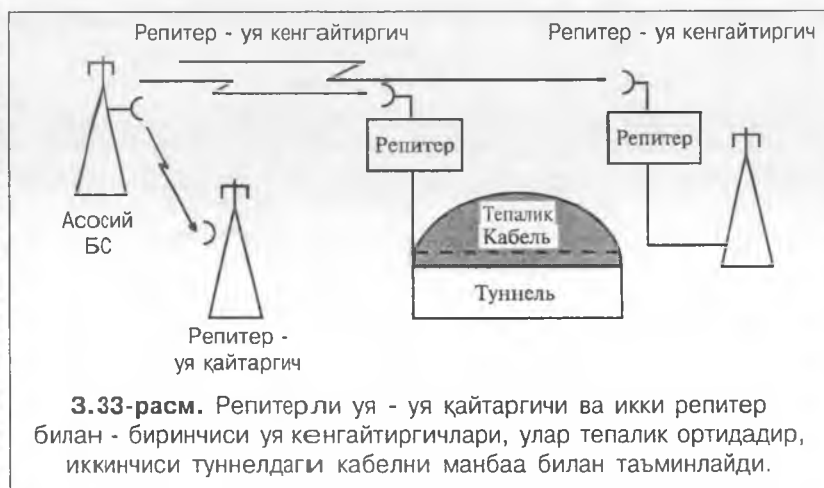
Жумладан, 3.11-жадвалида барча каналдош уялар марказийсидан бир хил масофада бўлганидаги ҳолларда ҳисоб-китоблар келтирилган. Амалда эса бунга эришиб бўлмайди, айрим уялар яқинроқ бўлади, баъзилари олисроқда туради. Яқинроқда жойлашган уялар С/І миқдорини олисдагиларга нисбатан кўпроқ қўшадилар. Шунинг учун ҳам С/І нинг «соф» миқдори носимметрик тарзда камайди.

Шуни ҳам таъкидлаб ўтиш зарурки, бу натижалар БСнинг муайян баландлиги ва уяларнинг муайян радиусларидир. Аксарият тадқиқотларда Окумур натижаларига ёки ССІРни (бу уяли радиуси, ҳудуд тип, БС баландлигига боғлиқ бўлган натижаларни беради) ўрганишга асосланган тарқалиш моделидан фойдаланилади. Ушбулардан шундай хулоса чиқариш мумкинки, оддий, дастлабки мустаҳкамланган уяли режа частоталардан ортиқча фойдаланишнинг энг кўп даражасига эришишнинг энг самарали йўли эмас. Конкрет давр мобайнида каналларни тақсимлаш имконияти бўлган система интерференция энг кам даражасига эришишда энг самаралидир. Бу эса, ҳозирги, шу лаҳзада интерференцияни ўлчаши мумкин бўлган ва ҳар қандай каналда ҳар қандай частотани динамик усулда тақсимлай оладиган (эҳтимолки, интермодуляция жараёнларига асосланган айрим чеклашлар билан) базавий станцияларни талаб этади. Агар БСлар маълумотларнинг интеллектуал базалари алгоритмларига эга бўлсалар (бу маълумотларни, каналларни танлаб олиш ҳамда сўзлашув чоғида hand-off ва интерференцияни жуда камайтириш учун илгариги ўрнаштирилган жойларидан олинади) энг яхши спектрал самарадорликка эришилади. Бу алгоритм яна бир нечта дБга тенг бўлган афзалликлар олиш учун зарурдирки. бундай афзаллик каналдан каналга белгилаб борилади ёки худди ўша каналнинг ўзида бошқа частоталар бўлганида унинг ўз БС сида белгилаб борилади.

3.3. УЯЛИ АЛОҚАНИНГ РЕПИТЕР СТАНЦИЯЛАРИ

Базавий станциялар қийматга тушгани учун базавий станциялар тармоғи билан лозим даражада қопланмаган кичик худудлар учун баъзан репитерлардан фойдаланилади. Уяли репитерлар базавий станцияларга нисбатан арзондир ва ниҳоятда фойдали бўлиши мумкин, лекин улардаги чеклашларни ҳисобга олиш лозим бўлади. Ҳозирги вақтда уяли радио-репитерларнинг бир қанча системаларидан фойдаланилса бўлади. Ушбу репитерлар зичлиги кам бўлган олисдаги худудларга ниҳоятда самаралидир. Ушбу бўлирмада репитер системаларини қўлланишнинг типик вариантлари хусусида муҳокама юритамиз.

Репитерларнинг иккита асосий типиди бор: кенг полосали репитер (шунингдек, у репитер - уя кенгайтиргич деб ҳам аталади) ва репитер уя қайтаргичдир. Мазкур репитерлар 3.33-расмда кўрсатилган. Кенг полосали репитер барча каналлар, масалан А ёки В полосада кучайтиради. Қувватнинг мақбул якуний истеъмоли ва изоляция бўлмоғи учун мазкур репитер каналга сарфланадиган паст қувватга эга бўлмоғи лозим.



Юқори қувватли репитер - уя қайтаргич фақатгина бир неча каналларни кучайтиради. Частоталарни ўзгартириш шу тахлитда содир бўладики, қайтарилган уя асосий БС частотасидан фарқ қиладиган частотада бўлади. Уя қайтаргичлари бўлган репитерлар автомагистраль буйларида қўлланилади, бундан муддао - трафикнинг юқори ҳажмларини жалб этишдирки, бу ерда кенгайтирилган қоплаш бўлиши кутилмайди.

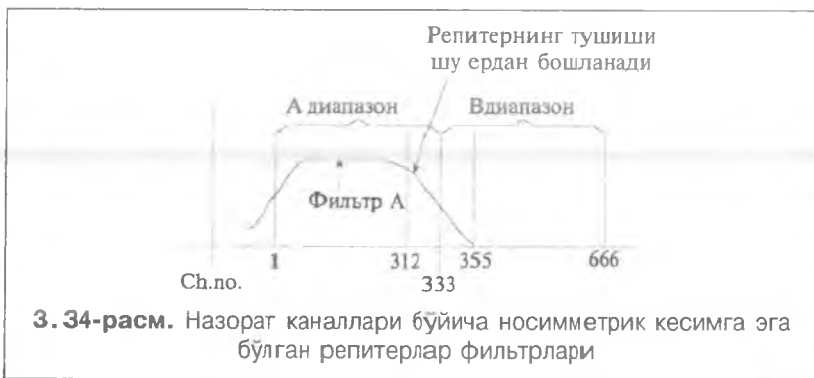
3.31. Репитерлар - уякайтаргичлар

Репитер - уя қайтаргичи, асосий уя билан қўшни бўлган ва бошқа усул билан қоплаш мумкин бўлмаган зоналарда уяни кўп харж қилмай қоплаш имконини беради. Дастлабки уяли станцияда ҳеч қандай модификацияга ҳожат йўқ. Бундай кенгайтиргич, одатда чоғроқ худудлар, 7-10 км ичида қоплаш учун ясалади.

3.34-расмда кўрсатилганидек, репитерларнинг бу тили оддийгина кенг полосали кучайтиргичдир. У асосий БС каналларини кучайтиради ва такрорлайди. Уяли кенгайтиргич одатда янги уяли станция қийматининг 10%га яқин қийматга тушади, лекин унда бир қанча жиддий чеклашлар бор.

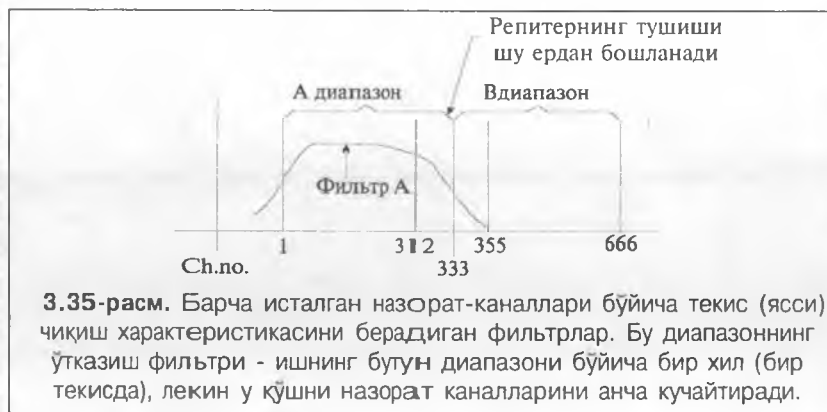
Кенг полосали кучайтиргичдан фойдаланилганда, частоталар полосаси, четлари бўйича ҳақиқатдан ҳам кескин тушиб кетишига (ўтказишнинг П ҳарфи шаклидаги идеал характеристикасига) эга бўлиш мушкулдир.

3.35-расмда сезилиб турганидек, амалий филтрлардан фойдаланиш оқибатида система КУ-СИ назорат каналларининг диапазонлари орқали ўтганида, у, яъни КУ келишиб олинмаган бўлади ёки қўшни назорат каналлари ҳам кучаяди.

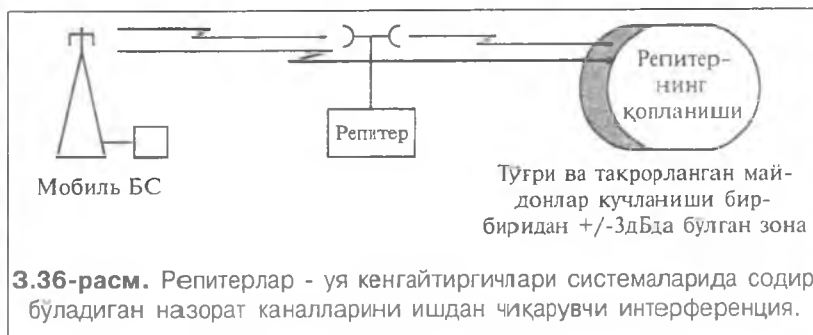


Назорат каналларининг фарқ қиладиган кучайиши сабаб бўлган филтр уяли структура чапдастлигини жиддий тарзда чеклайди, чунки овоз каналларига яқин бўлган назорат каналларининг уяларигина қайтарилиши мумкин.

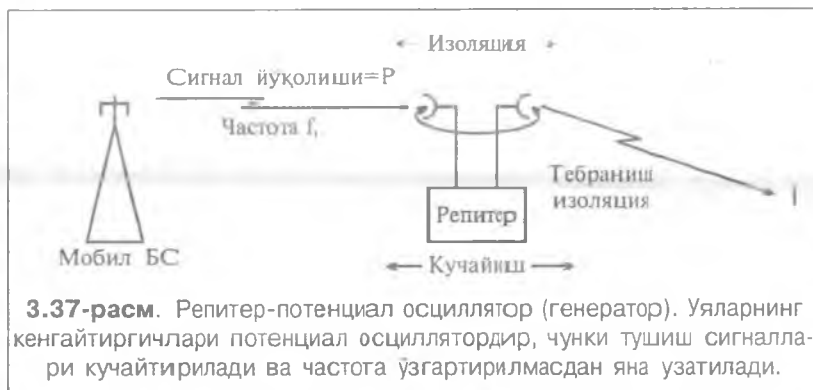
Агар назорат каналларини бир хил кучайтирадиган филтрдан фойдаланилса, бу ҳолда частоталарнинг кўшни диапазонидида муаммо пайдо бўлиши мумкин. Масалан, агар шундай филтър А диапазонида қўлланилса (бу 3.35-расмда кўрсатилган), бу ҳолда кўшни В диапазонида назорат каналлари маълум даражада кучаяди. А диапазонидидаги назорат каналларининг кучайиши сабабли А диапазонидида чақирувга кўп уринишлар муваффақиятсиз чиқади, чунки репитерлар назорат каналларини эмас, балки овоз каналларини қайтарадилар (бу фақатгина кириш чақирувлари учун қўлланилиб, пейдж назорат каналларида йўл кидирувлар учун фойдаланилади).



Оддий репитер системасидидаги бошқа муаммо назорат каналларида сигнални кўп нурли бостиришдир. 3.36-расмда ана шу муаммо кўрсатилган. Зонани хизмат кўрсатиб бўлмайдиган даражага келтирадиган ишдан чиқарувчи интерференция бош БСдан тўғри йўл ва такрорланган узатишнинг майдон кучланиши +/-3дБга тенг бўлган ҳудудда содир бўлиши мумкин. Бу муаммо, асосан, маълумотлар каналларида мавжуд бўлади. Чақирувлар ишончли ўрнатилмаган ёки олинмаган, лекин овоз уламаларига «қўл етадиган» жойларда борлиги билан бу муаммо пайқаб олинади.



Ҳамонки, репитер ўзининг кириш сигналини кучайтирар экан, у потенциал жиҳатдан осциллятордир, бу 3.37-расмда кўрсатилган. Амалиётда эса, узлуксиз ишга кафолат берилмоғи учун қабул ва узатувчи антенналар ўртасидаги изоляция кучайишига нисбатан бирор бир захираларга эга бўлиб, ундан кам деганда, 10дБга устун бўлиши керак. Шундай қилиб, кириш ва чиқиш ўртасидаги умумий изоляция кучайишга нисбатан 10дБ баланд бўлиши лозим. Тебранишлар учун 1 йўла кучайиш ёки изоляция ОдБга баробар бўлиши керак.



Бундай изоляция одатда «турувчи» тўлқинининг яхши потенциалларига эга бўлган зўр кучайтирадиган антенналар билан таъминланади, бунга қўшимча антенналарни вертикал ва горизонтал ёйиш лозим. Репитерлар одатда кенг диапазонда созланадиган турли кучайишга эга бўладилар.

Репитердан қувватнинг мақбул даражаларини олмоқ учун энг кўп даражада кучайиш (10дБ) захирасига имкон қадар яқин ишлаш лозим. Кўпинча 60дБ атрофидаги кучайишдан фойдаланилади. Беқарорликни ташқи муҳит келтириб чиқариши мумкин, ammo тескари алоқа сигналларининг даражалари ташқи омиллар масалан: учиб ўтаётган самолёт ёки шамолнинг дарахтга урилишида ўзгаради.

Қуйидаги формуладан фойдаланиб, антенна изоляциясини ҳисоблаб чиқиш мумкин:

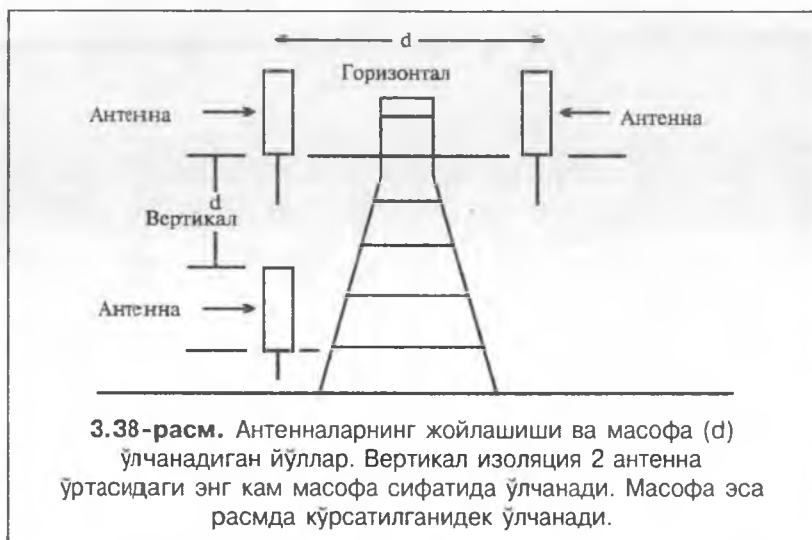
$$\text{Вертикал изоляция} = 25 + 40 \lg d \text{ (2.8d)дБ}$$

$$\text{Горизонтал изоляция} = 22 + 20 \lg d \text{ (2.8d)дБ}$$

бу ерда

d = метрида ҳисобланган масофа (интервал)

3.38-расмда антенналарнинг жойлашиши ва масофа (d) ўлчанадиган йўллар кўрсатилган.



3.38-расм. Антенналарнинг жойлашиши ва масофа (d) ўлчанадиган йўллар. Вертикал изоляция 2 антенна ўртасидаги энг кам масофа сифатида ўлчанади. Масофа эса расмда кўрсатилганидек ўлчанади.

Одатда, гарчи шарт бўлмаса-да, такрорланган уя нисбатан чоғроқ регионни қоплайдики, бу регионга йўналтирилган антенна билан хизмат кўрсатиш мумкин. Айланма антеннадан фойдаланилаётган жойларда изоляция пасаяди ва такрорланган станцияларда энг кўп қувват чекланган бўлади.

Репитерда қўлланилиши мумкин бўлган энг кўп кучланиш қуйидагиларга тенг:

энг кўп кучайиш - изоляция - тебранишлар учун заҳира.

Юқорида эслатиб ўтилганидек, у 10дБ миқдори тебранишлар учун заҳиранинг амалдаги миқдоридир.

Нурланишнинг қувватини ҳисоблаб чиқиш учун бу ишни базавий станциянинг ERP сидан бошлаш керак, масалан:

$$50 \text{ Ватт} = 47 \text{ дБм}$$

P сигналнинг салбий йўқотишлари: $P = -P$

$$\text{Олинган сигнал} = 47 - P$$

репитернинг энг кўп кучайишининг изоляция -1-дБм

репитердаги энг кўп ERP = 47 - P + изоляция -10дБм

Бу изоляция асосан антеннани танлаб олиш ва жойлаштириш билан аниқланади.

Интермодуляция – кенг поласали кучайтиргичдаги доимий муаммодир, лекин пухта ясалган репитер интермодуляция маҳсулотларини камайтиради. Уяли системаларнинг узатувчи ва қабул қилувчи частоталар ўртасида катта фарқ туфайли (одатда 45МГц) қабул қилувчи ва узайтувчи йўналишларда айрим кучайтиргичдан фойдаланиш интермодуляцияни пасайтиришга катта ҳисса қўшиши мумкин.

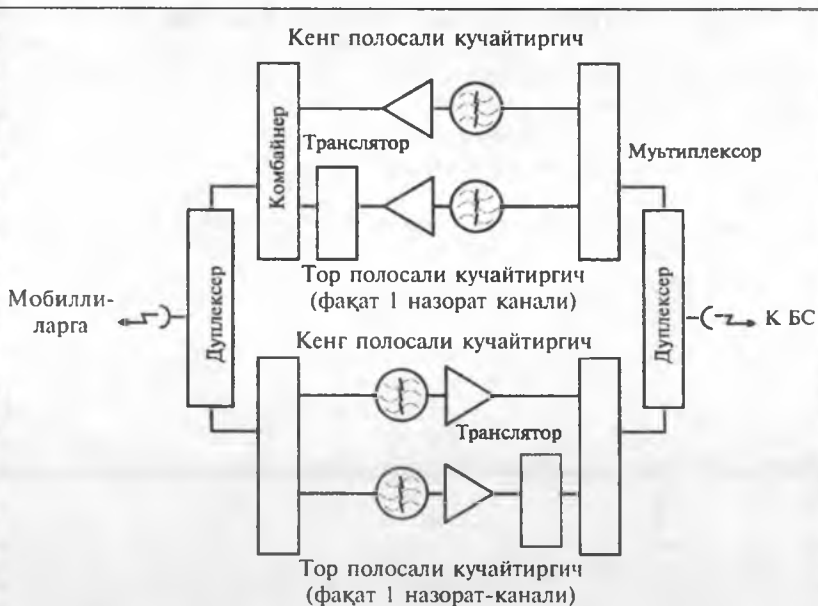
Диапазон кенглиги, кучайишлар ва каналлар сони сабабли уяли репитернинг чиқиш қуввати ҳар бир канал учун тахминан 25 Ваттгача чекланади. Бу репитерларнинг кўп тадбиқи учун муқобилдир.

Уянинг яхшиланган кенгайтиргичи

Оддий репитернинг аксарият чеклашлари нутқ каналларига нисбатан кўпроқ назорат каналларига ноҳуш таъсир этаётгани учун аниқ равшан яхшилаш - бу назорат каналини ажратишдир ва камбар поласали кучайтиргичдан фойдаланиб уни алоҳида қайта ишлашдир. Яхшиланган уяли репитер - бу бор-йўғи такомиллашган оддий репитердир.

Фақат назорат каналида частотани узатишдан фойдаланиб, биз илгари муҳокама юритган интерференцияни муаммосини бартараф этса бўлади, бу замонавий репитерда бажарилади.

3.39-расмда яхшиланган уяли репитер тасвирланган.



3.39-расм. Яхшиланган уяли репитер. Яхшиланган репитерда назорат канали филътрдан ўтказилиши ва частотаси ўзгартирилиши мумкин. Узатиш ва қабул қилиш каналлари мустақил тарзда ўзгартирилади.

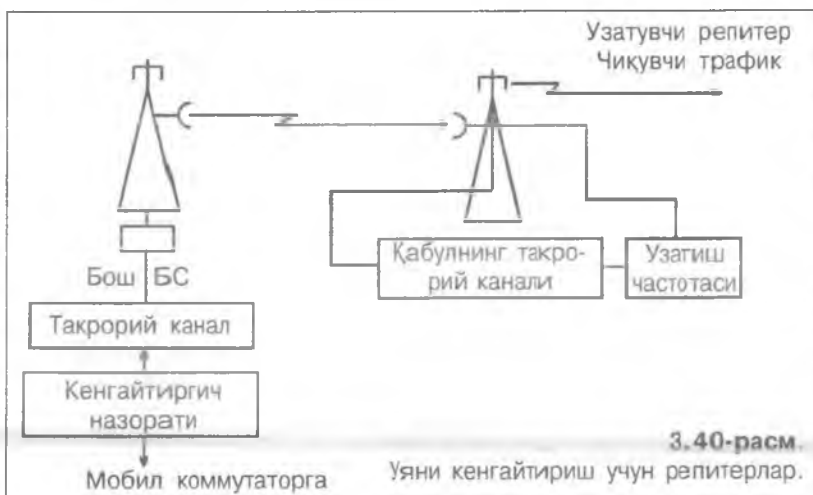
Олдий репитерлардан фойдаланилганда юкларнинг аҳамияти

Ҳамонки, репитернинг бу типи қақирув учун талаб этиладиган каналларнигина такрорлар экан, бу ҳолда базавий станция тўғри трафикни такрорий трафикдан ажрата олмайди. Шунинг учун ҳам такрорий уя трафикининг қўшимча сиғими локал трафикка арифметик йўл билан қўшилади. Бундай ҳолда, базавий станция фақат уяли трафикни ўтказиш учун каналларнинг етарли сонлар билан жиҳозлангандир. Кенгайтирилган уя билан бу юмушни бажариш осон эмас.

3.3.2. Уяларни кенгайтириш учун репитерлар

Уяларни кенгайтиришга мўлжалланган репитерлар оддий репитерга нисбатан бошқачароқ ишлайди ҳамда унга интерфейс ускунаси ва асосий БС ва коммутатор билан алоқа учун ПО зарур.

3.40-расмда репитернинг ана шу типи кўрсатилган. Бу ҳолда, бош (асосий) БС нормал БСдан ишлаши мумкин ёки кенгайтиргич контроллери назорати остида ишлаши мумкин, муайян канал репитер базаси билан алоқа канали сифатида қўлланилади. Мобил коммутатор нуқта-си назаридан такрорий канал частотасига кўра тез қайта соزلанадиган каналдир ва нормал частотадан такрорий частотага айланиши мумкин.

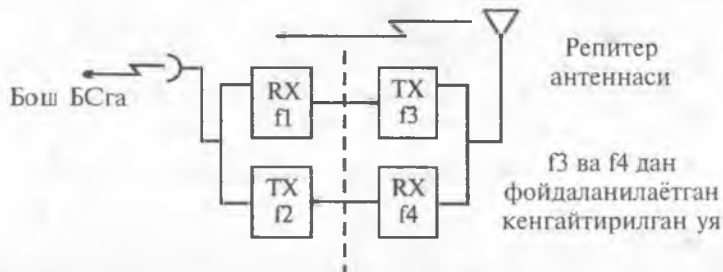


Бундай системада асосий базадан кенгайтирилган базага интерференция бартараф этилади, бунга ҳар бир база учун турли каналлар (частоталарни ўзгартириш) фойдаланилиши билан эришилади, шунинг учун ҳам репитерда юксак қувватли айланма антенналардан фойдаланиш мумкин. Одатда 10 ватт ERP репитер намунали репитер каналидир, бу 3.40-расмда кўрсатилган.

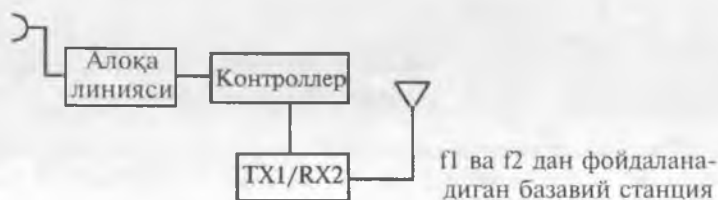
Катта зонани бир неча мижозлар билан қўшимча қоплаш назарда тутилаётганида уя кенгайтиргич-репитер фойдали бўлади.

Репитер базаси 2 та back-to-back репитерлардан ташкил топган, у кўп жиҳатдан базавий станциядек ишлайди, лекин унга алоқа система-

си ва контроллер зарур эмас, талаб этилаётган ускунани таққослашдан шу нарса аён бўляптики (3.41-3.42 расмларга қаранг) репитерли база кичик уяларга мўлжалланган тўлиқ БСдан арзонга тушади.



3.41-расм. Репитер-уя кенгайтирувчи. (Бу, аслида қабул қилувчи - узатувчини иккита back-to-backдир, булар частотали узатгични рўёбга чиқаради. Станция контроллери ҳам, улаш линиялари системаси ҳам зарур эмас).



3.42-расм. Қабул қилувчи-узатувчи, станция контроллери ва коммутаторга боғланадиган улаш линияларидан ташкил топган базавий станция. Контроллер, F1/F2 каналларининг «қўли» бевосита етадиган ёки у репитер орқали «қўли» етадими, шунга боғлиқ тарзда, каналларни тақсимлаш тўғрисида мобил аппаратига турлича кўрсатмалар - йўриқлар беради.

Унча кўп бўлмаган каналлар сонини такрорлаш учун қўшимча қабул қилувчи - узатувчини қиймати алоқанинг улаш линиялари ва контроллер қийматидан камдир, лекин ҳар бир канал учун репитер (канал учун иккита қабул қилувчи - узатувчини талаб этади) қиймати, қўшимча каналлар билан биргаликда, БСдаги қўшимча каналлар қийматидан тезроқ ўсиб боради.

Масалан; сизнинг ихтиёрингизда қуйидаги бойликлар бўлсин:

- Қабул қилувчи - узатувчи 8000\$ туради (комбайнерлар ва антенналар шу жумлага киради).
- Алоқа линияси 9000\$ туради
- Контроллер 30.000\$ туради
- Кенгайтирилган контроллер 10.000\$
- Бошқа инфраструктуралар (батареялар, биналар, миноралар ва шу кабилар) бир хил қийматда деб фараз қилайлик.

Базавий станция қиймати қуйидагига баробар:

$$90+30+8*N=120+8*N \quad \$1000$$

бу ерда

N = каналлар сони

Репитер қиймати қуйидагига баробар

$$(8+16)*N \text{ (2 репитер/канал+дастлабки канал)} + \$10000$$

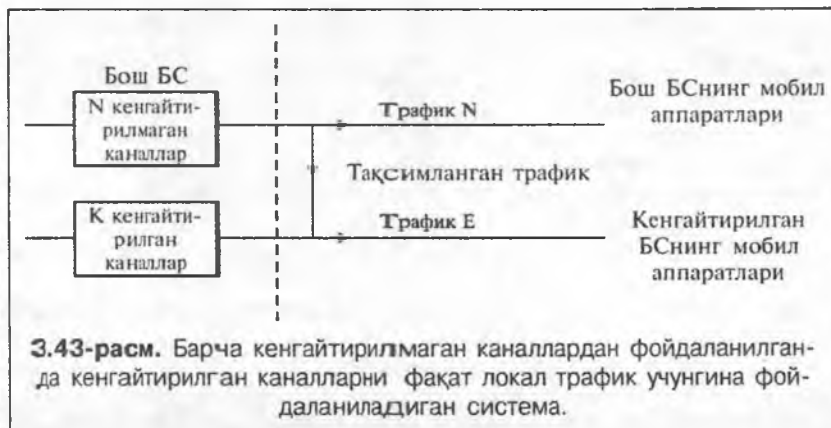
Бу қийматлар қуйидаги ҳолда бир хилдир:

$$120+8N=24N+10 \\ (\text{яъни, } N=7)$$

Ҳамонки, ажратилган репитерлар, одатда 7-10 канал (ҳар бири, тахминан 10 Ваттдан) модулларида эришса булар экан, бу репитерлар учун бу типидан тежаб фойдаланишда юқори чегарадир деб фараз қилиш мақбул бўлади.

Репитер станцияларидаги юклама

Репитер станцияларидаги юклама бир нечта қизиқарли муаммолардан иборатдир. Каналлар, сўнгги танлаб олиш маршрутлари сифатида ажратилган деб тасаввур этайлик (кенгайтириш учун ажратилган каналлар фақат локал трафик учун фойдаланилади, айна вақтда барча кенгайтирилмаган каналлар батамом банддир, деб фараз қилайлик). 3.43-расмда ана шундай вазият кўрсатилган.



3.43-расм. Барча кенгайтирилмаган каналлардан фойдаланилганда кенгайтирилган каналларни фақат локал трафик учунгина фойдаланиладиган система.

Каналларнинг сони K ,нинг мақбул (оптималь) сони, битта тақсимлаш йўли бўлган бош маршрут учун ялпи хизмат назариясидан фойдаланиб аниқланиши мумкин.

3.44-расмда алтернатив (муқобил) маршрутлаштириш системаси сифатида уя кенгайтиргич тасвирланган.

3.44-расмда қуйидагиларни уқиб олиш мумкин:

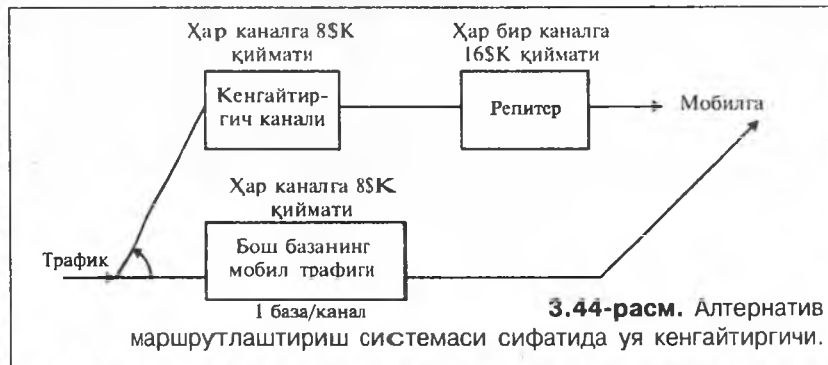
Бош маршрут қиймати = $8000\$/канал=C1$

Тақсимланган маршрут қиймати = $24000\$/канал=C2$

Асосий каналлар (оқимлар) бандлиги $\leq 0.7 = B$, Эрланг/канал (оқим)

Тақсимланган каналлар (оқимлар) бандлиги $\leq 0.5 = B$, Эрланг/канал (оқим)

Қиймат омили $N \gg C_1, * (B_2 / (C_1 + C_2)) = 8 * 0,5 / (8 + 24) = 0,125$



3.44-расм. Алтернатив маршрутлаштириш системаси сифатида уя кенгайтиргичи.

3.4. УЯЛИ СИСТЕМАЛАРНИ ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

Ушбу бўлимнинг бошида биз инженерия фалсафаси, сервис сифати мезонларини қамраб олиб, уяли радио системаларини режалаштиришни муҳокама қилган эдик. Шундан кейин, биз радио системалар ўсишининг жараёнини кўрсатдик, айти пайтда ўсиш тамойилини 7 га тенг бўлган частоталардан ортиқча фойдаланиш омили билан эътиборга олдик. Биз бу ўринда кўриб чиқаётган жараён қайтарувчи жараёндир. Жараённинг муҳим қисми - иш устида система ахборотини ўлчаш зарурати. Гарчи тарқалиш моделлари, системанинг барча қисмлари учун қоплаш адекват эканлигини кўрсатса ҳам, қоплашда ишқаликлар чиқиши мумкин. Улар янги уялар, қайта йўналтирилган антенналар, каттароқ қувват билан тўлдирилиши мумкин. Шунга ўхшаш, битта ёки бундан ҳам кўпроқ уяларнинг трафики бошқа уялар трафигига нисбатан баландроқ бўлиб режадан барвақтроқ уяларни секторга бўлишни тақозо этади. Ўлчов маълумотлари тўғри режалаштириш ва уяли системанинг ўсишида муҳим элементдир. Уяли системаларни режалаштириш ва уларни инженерияси қўп вақт муҳокама талаб этади. Уяли системаларни режалаштириш ва уларнинг инженериясида кўпинча фазали ёндошувдан фойдаланилади. Системани лойиҳалаштириш дастлабки қадамдир, у каналда нималар содир бўлиши мумкинлиги хусусида ҳисоб-китобларга асосланган, кейинчалик, система ишга солиниб мижозларга хизмат кўрсатишга тақдим этилгач, ўлчовлар маълумотлари тўпланиши зарур, бундан муддао - система лойиҳадаги мақсадларга мос ёки мос эмаслигини аниқлашдир, агар мос бўлмаса, система конфигурацияси ўзгартирилади. Бундай ёндашувда лойиҳачилар БС ўрнатиладиган жойни танлаб олишлари, ўрнатилиши лозим бўлган ускуна сонини белгилаб олишлари керакки, бу ускуна каналларга «қўл егиши» юқоридаги мақсадларга ҳамда узатишнинг адекват самарадорлигини тақдим этиш учун системаларни лойиҳалаштириш мақсадларига мос бўлсин.

Уяли системалар учун радио частотали инженерингнинг асосий фалсафаси - энг кам сарф харажат қилиб, системанинг радио қисмида энг юқори имкон бўлган характеристикани таъминлаш заруриятидир. Радио ҳаракатлар таркибига назорат канали орқали ахборотни узатиш сифати ва нутқ ахборотининг «зарарли» сигналга нисбати узатиш характеристикасининг $S(I+N)$ узатиш мезонидирки, бу ўринда шовқин қуввати суммаси (N ва интер I) «зарарли» сигнал деб аталади.

Уяли радио алоқанинг комплекс муҳитида характеристика мақсадларига эришиш учун юқорида кўрсатиб ўтилган қоидаларни бажариш

мураккаб вазирадир. Мурасага келмоқ ва режалаштириш таомиллари-ни мижозларнинг эҳтиёжларига мослаш учун инженерлик ёндошуви зарур. Айрим ҳолларда инженерларга бир томоннинг айрим қисмлари-ни такомиллаштириш эвазига бошқасини ёмонлаштириш зарур бўлиб қолиши мумкин. Масалан, қўшни БСдаги интерференция муаммоси-ни ҳал этиш учун бошқа БСнинг қувватини камайтириш қуввати камай-тирилган БСдаги шовқинни ёки интерференцияни пасайтириш нати-жаси бўлиши мумкин. Бошқача вазият ҳам содир бўлиши мумкин: ин-женерлар, нисбатан кичик географик зонада нисбатан каттароқ ҳудуд-даги самарадорликни озгина камайтириш эвазига ниҳоятда ёмон узати-ши муаммосини ҳал этиш зарур бўлиб қолиши мумкин ва аксинча энг яхши товар ҳамisha ҳам очиқ-ойдин бўлавермайди. Икки параметр-нинг мазкур ўзаро ўзгаришининг мураккаблиги радио частотали сама-радорликка мансуб бўлган мижозларни қондириш борасидаги зарур маълумотларнинг етарсизлиги туфайли янада чигаллашади.

Агар уяли системанинг дизайнида хизмат сифатининг қуйидаги мезонлари қўлланилса, бу ҳолда ушбу ҳудуд яхши қўлланади. Узатиш-нинг иккала йўналишдаги сигнал кучи қуйидаги натижага олиб кели-ши керак.

- $SI (I+N)$ миқдори ≥ 17 дБ хизмат кўрсатаётган ҳудуднинг 90% да.
- $SI (1+N)$ миқдори ≥ 5 дБ хизмат кўрсатаётган ҳудуднинг 99% да.

Одатда, инженерлар $SI (I+N)$ нисбатининг ўртача ҳолати учун ҳам энг ёмон ҳолати учун ҳам характеристикаларнинг иккала таҳлилини ҳисоб-китоб қиладилар. Ўртача характеристикалар ҳисоб-китоби хиз-мат сифатини мижозлар томонидан умумий тарзда идрок этилишининг кўрсаткичидир ва бу кўрсаткич энг кўп қўлланилиши лозим бўлган бош-қарувчи система ахборотини ҳосил қилади. Ўртача характеристикалар таҳлил этилаётганида шу нарса содир бўлиши мумкинки, айрим канал-лардаги ёмон характеристикалар бошқа каналлардаги жуда яхши ха-рактеристикалар билан ниқобланиши мумкин. $SI (NI+N)$ энг ёмон ҳола-тининг таҳлили бу муаммони ҳал этади: бунинг учун индивидуал канал самарадорлигининг энг ёмон ҳолати аниқланиб, сунгра бу самара ин-дивидуал канал энг кўп самарадорлиги учун фойдаланилади ва шундай қилиб система самарадорлиги юксак даражага етади ҳатто ишда яхши ўртача самарадор бўлган системада ҳам ёмон каналларнинг озроқ сони анчагина чақирувларнинг йўқ бўлиб кетишига сабаб бўлиши мумкин.

«Система конфигурацияси» тушунчаси у БС жойлаштириладиган нуқ-таларни (3.45-расм), узатувчилар қувватини антеннанинг типи ва ба-ландлигини белгилаб беради. Одатда, янги система лойиҳалаштири-

лаётганда барча антенналар айланма антенналар бўлади, ва бу антенналар баландлиги уя билан қопланадиган майдон билан белгиланади, узатувчиларнинг чиқиш қуввати энг кўп қилиб белгиланади. Барча зоналарда радио частотаси қоплашни қўллаб-қувватлаш ва назарда тутилаётган трафикни қўллаб-қувватлаш учун такрорлашлардан сўнг инженер системанинг сўнгги конфигурациясини аниқлаши лозим бўлади. Мазкур конфигурация самарадорлик, қиймат ва амалийлик турли мезонлар ўртасидаги энг яхши муросадир.

3.4.1. Частоталардан такроран фойдаланиш ва каналлар гуруҳларининг вазифаси

N параметри «каналлар уруғлари сони» ёки «кластердаги уялар сони» сифатида маълум ва у канал ичидаги интерференцияни ҳисобга олиб аниқланади.

Ннинг камайиб борадиган миқдори $S/1$ -нисбатини камайтиради. Ннинг кўпайиб борадиган миқдори $S/1$ нисбатини кўпайтиради. N нинг моҳияти шундаки, таъминланган овоз каналлари N -каналли гуруҳларига бўлиниб, уларнинг бири ҳар бир уяда ишлатилади.

N - учун одатда қўлланиладиган миқдор Шимолий Америка системалари учун 7 га, GSM системаларида 4 га баробардир. Уя учун канал гуруҳларини танлаш таомили айланма БСлар учун ҳам, йўналтирилган БСлар учун ҳам бир хилдир. Система ишга тушириладиганда белгилаб қўйиладиган каналлар конфигурациялари уялар бўлиниб ташланаётганда каналлар қайси гуруҳлари тайинлашини белгилайдилар.



3.45-расм. Системани ишга тушириш



3.46-расм. Катта уялар учун каналлар гуруҳлари вазифасининг ижроси (мисол)

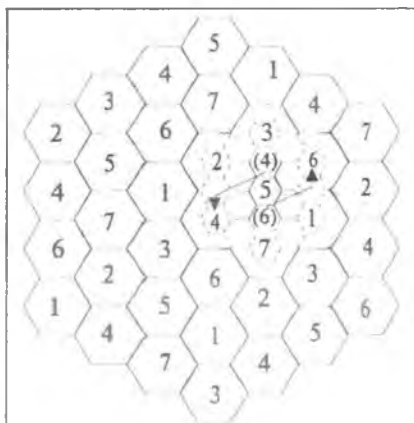
Система ишга тушириладиганда, каналлар гуруҳларининг вазифаси учун таомил кўплаб тўғри олтибурчакликларни хизмат кўрсатиш зонаси картасига туширишдан (ётқизишдан) иборат. Барча олтибурчакликлар бир хил ҳажмда бўлиши мумкин ёки, агар аввал бошдан оқ уяларни бўлиб юбориш зарур бўлса, бу ҳолда уяларнинг иккита ёки ҳатто учта турли ҳажмлари мавжуд бўлиши мумкин. Даставвал, катта уялар кон-



3.47-расм. Катта уялар учун каналлар гуруҳларининг вазифалари билан биргаликда системанинг тўла кўриниши.

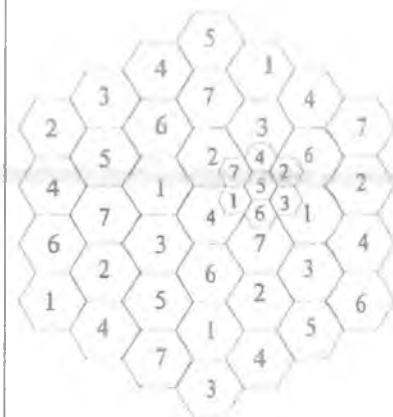
фигурациясида ҳар бир уч учун каналлар гуруҳини таъминлаш зарур, шундай қилиб, реал система картасидан барча энг катта уялар чиқариб ташланади. (3.46-расмга қаранг). Шундан кейин кичик ҳажмдаги уялар учун каналлар гуруҳлари тайин этилади. Кичикроқ уялар учун каналлар гуруҳларини танлаш жараёнида катта уялар учун танлашларнинг якунланган конфигурациясидан фойдаланилади. 3.47-расмда биз кичик уяларни қай таҳлилда кўшаётганимиз кўрсатилган, бундан мурддао система картасини олишдирки, унда қуйидагилар учун каналлар гуруҳини вазифа билан таъминлаш кўрсатилган:

- барча амалдаги катта уялар;
- фараз қилинган катта уя марказига ётқизилган ҳар қандай кичик уя учун.



N=7

3.48-расм. Кичик уялар учун каналлар гуруҳларини тайинлаш методи



N=7

3.49-расм. Каналлар гуруҳларини тайинлашнинг яқунланиши

Шундан кейин бир нечта фарз қилинган кичикроқ уялар система картасига қўшилади, бундан мурда - мавжуд кичик уялар учун канал гуруҳлари тайинланишини аниқлашди. 3.48-расмда фарз қилинган уялар катта чизиқчалар билан кўрсатилган.

Каналдош уя (бу уя учун канал гуруҳи таъминлаб бўлинган) ўрнашган жойни аниқлаб, конкрет кичик уч учун канал гуруҳи таъминланади. Барча ҳажмдаги уяли станциялар учун каналларнинг стандарт таъминлаш сеткаси (тури) бор (3.46-расм). Шундан кейин ўша каналлар гуруҳи сўнгра ўша каналлар гуруҳи бизни қизиқтираётган уя учун вазифа билан таъминланади. Масалан, 3.48-расмда олтинчи каналли гуруҳ билан кичик уя олтинчи гуруҳ билан фарз қилинган уяга ва тўртинчи гуруҳ билан тўртинчи гуруҳга туширилган. Биз бу картага ана шу туширишни яқунлаганимиздан кейин барча уялар учун каналлар гуруҳи таъминловига эга бўламизки, бу 3.49-расмда кўрсатилган.

Каналларни мунтазам тақсимлаш жараёни яқунланганидан кейин (уянинг ҳар гуруҳи ичида ўрнатилган каналдан қандай фойдаланиш ҳақида қарор қабул қилинишини истисно этиб) инженерлик трафикаси айланма станция учун ёки йўналтирилган уяли станциянинг ҳар бир олдинги томони учун қанча канал талаб этилишини аниқлайди.

Янги уяли система режалаштирилаётганида, лойиҳачи қуйида-

ги мақсадга етишни назарда тутиши керак: энг кам БСдан фойдаланиб хизмат кўрсатиш ҳудудининг қопланишини таъминлаш.

«Қоплашни таъминлаш» деганимизда қуйидагиларни англаймиз: хизмат кўрсатишнинг бутун зонасида RFS/(1+N) нисбати катта бўлиб қолади, бу эса узатувнинг қониқарли сифатини таъминлайди.

Географик жиҳатдан кичик системалар учун («1000 кв. миль ва ундан ҳам камроқ») дастлабки конфигурация уяларнинг бир хиллиги радиусига асосланиши мумкин. Бошқача айтганимизда, идеал олтибурчакли уялар бир хил майдонга эга. Катта ҳажмдаги уялар, одатда турли ҳажмдаги 2-3 та уялар билан ишга солинади.

Қоплаш ҳудуди катта бўлганида, тарқалишнинг радио частотали характистикалари системанинг бир қисмидан иккинчи қисмига қадар шунчалик кўп ўзгарадики, уялар, радиусларнинг бир хил миқдори бутун система учун номақбул бўлиб қолиши мумкин. Уянинг нисбатан катта радиуси системанинг секциялари учун мақбулдир, чунки бу ерда сигналнинг йўқолиши (ўчиб бориши) масофа сайин нисбатан секин ортиб боради, лекин ана шу радиус, ўчиб бориш миқдори катта бўлган система секцияларида ноадекватлар номуқобил) қоплаш сабаби бўлиши мумкин. Уянинг нисбатан катта бўлмаган радиуси ўчиб боришнинг бир нечта тури миқдорлари бўлган системанинг қисмлари учун зарурдир, лекин бундай радиуснинг, ўчиб боришнинг бир қадар мўтадил кўрсаткичига эга бўлган система секцияларида фойдаланиш, андекат қоплаш учун зарур бўлганига нисбатан кўпроқ БС талаб қилингани учун системанинг қиймати кескин кўтарилиб кетади. Система лойиҳачилари системанинг энг катта радиусини танлаб олишлари керакки, шу радиусдан уялар радиуслари комбинацияси аниқланади, бу комбинациянинг ўзи эса система хизмат кўрсатаётган ҳудуддаги тарқалиш шартлари диапазониға мос тушади.

Уяни бўлиб юбориш

Системаси ишга солинганидан кейин трафик ўсиб боради ва қўшимча каналларни ишга солиш зарур бўлади. Шунда қўшимча симиғни олиш учун уяларни бўлиб юбориш даркор.

Лойиҳали уяни бўлиб юборишда системадаги ўзгаришларни энг кам ҳолатга келтириши лозим. N дан ортикча фойдаланиш омилининг аҳамияти бўлиб юбориш типи миқдориға нисбатан устун бўлиши керак. Ана шундай ўзаро муносабат юзага келганида, мавжуд БСларда каналлар частоталарнинг тақсимланиши янги БСлар қўшилганида ҳам ўша-ўша қолади. Бўлиб юбориш структураси N-нинг турли миқдорлари учун қуйидагича бўлиши мумкин.

- $N=3$ учун уяни 4:1 бўлиб юборишдан фойдаланиш зарур.
- $N=4$ учун уяни 3:1 бўлиб юборишдан фойдаланиш зарур.
- $N=7$ учун уяни 3:1 ёки 4:1 бўлиб юборишдан фойдаланиш зарур.
- $N=9$ учун уяни 4:1 бўлиб юборишдан фойдаланиш зарур.

4:1 бўлиб юбориш усули. Янги БС катта уялар майдонлари (янги БС ана шу майдонлардан бўлинган эди) дан $1/2$ радиусли худудни қоплайди. Шундай қилиб, янги уя (иккиламчи уя) қоплаган соҳа катта эски уянинг $1/4$ га баробардир, шунинг учун ҳам бу усул 4:1 бўлиб юбориш деб аталади. Масалан, эски уя 10 хил радиусга эга бўлса, иккиламчи уя радиуси 5 миль бўлади.

3:1 бўлиб юбориш усули, агар янги уя 3 та мавжуд БСлар билан қопланган уяли соҳалар ўртасидаги бурчақда жойлашган бўлса, янги БС билан қопланган уя соҳасининг радиуси мавжуд БСлар билан қопланган уяли худудлар радиусини $1/3$ га баробар бўлади. Шундай қилиб, қоплашнинг янги соҳаси катта уя қоплаши соҳасининг $1/3$ гагина баробар бўлади; шунинг учун ҳам бу усул 3:1 бўлиб юбориш усули деб аталади.

Айрим ҳолларда, уяларни тўла-тўқис бўлиб юбориш жараёнидан фойдаланмай, ортиқча фойдаланиш масофасидан кам бўлган масофага қўшимча уяни қўйиш лозим бўлади. Бу методи системани қоплашдаги камчиликларни тўлдириш учун фойдаланиш мумкин. Лекин бунда канал ичидаги интерференцияга ошиб келиши мумкин. Канал ичидаги интерференциянинг кўпайишига йўл қўймасликнинг энг оддий усули - бу ана шу частоталардан ортиқча фойдаланмасликдир. Сегментация каналлар гуруҳини частоталар сегментларига бўлади. Шундан кейин, муайян БСлар учун турли сегментларни таъминлаб, бу БСлар ўртасидаги канал ичидаги интерференция бартараф этилади. Сегментациянинг камчилиги шундаки, сегментларга ажратилган БСлар сифими паст.

Уяли система ўсиб бораётганида, қоплашнинг ўша битта регионда турли радиуслардаги уялар мавжуд бўлиши мумкин. Бу ҳам канал ичидаги интерференциянинг натижаси бўлиши мумкин. Уяли станция радиусини иккита турлича хизмат кўрсатувчи гуруҳларга бўлиб - биттаси катта (туширилган) уя учун ва бошқаси кичик (пастки) уя учун интерференция энг кам миқдорда келтирилади. Бирламчи хизмат кўрсатувчи гуруҳ учун қуйи уя радиус бўлади, иккиламчи хизмат кўрсатувчи гуруҳ радиуси эса туширилган (ётқизилган). Уяли соҳада мобил аппаратларга хизмат кўрсатишда қўлланилади. Кичик уяда трафик ўсиб боравергани сайин тобора кўп каналлар иккиламчи гуруҳдан узоқлаша бошлайди ва бирламчи гуруҳ учун тайинланаверади, бу ҳол иккиламчи гуруҳ (ва унинг катта уяси) йўқолиб кетмагунча давом этади.

Дуализация-канал ичидаги интерференция устидан назоратни таъминлайди, шунингдек, инженерлик трафиги сифимининг ҳақиқатда кўпайишига имкон беради.

3.4.2. Система сифими ортаётганида лойиҳалаштириш. Уяли системанинг ўсиш жараёни

Қуйидаги мисолда уяли система ўсишининг жараёни кўрсатилган. Дастлабки босқичда хизмат кўрсатишга талаб ўтказиб юборилган трафик юкланмасини ўлчашга асослангандир. Қоплаш ва интерференция ПО инструментларидан фойдаланиш ёрдамида (жой ҳақидаги амалда бўлган маълумотлар ва уяли БС учун географик жойлашув билан биргаликда) прогноз қилинади. Аниқ равшан ўқиб олмоқ учун ўсиш жараёни схема тарзида, уялар соҳасини акс эттирадиган тўғри тўрт бурчаклар ёрдамида кўрсатилган (3.50-расм). Овозли каналлар учун частоталарни тайинлаш 7 га тенг бўлган такроран фойдаланиш омилига мувофиқ адо этилади.



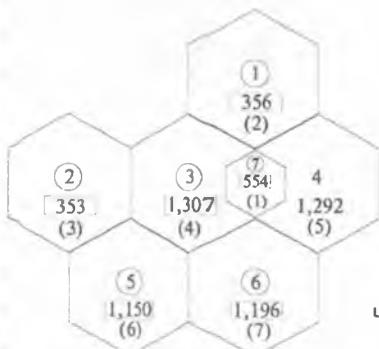
3.50.-расм. Бошланғич босқич (0 қадам);
ЧННга чақирувларга уриниш = 4 960.

Хизмат кўрсатишга ўсиб бораётган талабни қондириш учун, каналлар гуруҳи батамом ишга солилмагунга овоз каналларини қўшиш йўли билан конкрет уяли БСлар сигимини кўпайтириб боравериш лозим. Шундан кейин, системалар сигимини янада кўпайтириш учун бўлиб юбориш (speiting) қўлланилади. Янги БСлар қўшилгани сайин канал ичидаги интерференция даражасини назорат қилиш зарур. Бу иш сегментлаш (segmentation), дуализация (dualization) ва секторлаштириш (sectorization)ни қўллаш ёрдамида бажарилади. Сегментлаш ва дуализация хусусида гапириб ўтган эдик, секторлаш 3.1 ва 3.2 параграфларда баён этилди.

Бошланғич босқичда (3.12-жадвалга қаранг) биз ҳар бир уянинг радиуси 10 мильга баробар деб белгилаймиз. Талаб этилаётган овоз каналларининг сони ҳисоб-китоби учун, 2%ли блокировка билан хизматга талабни қондирмоқ учун биз ҳар бир қақирувга (сўзлашувнинг ўртача давомийлигига мос тушадиган 100 секунд) 26-30 м Эрл номинал миқдоридан фойдаланамиз.

3.12.-жадвал. Ўсиб бораётган уяли система - 1 кадам

CS	Н каналлар гуруҳи	Юклама (ЧННда уриниш)	Юклама (Эрл)	Нутқ каналлари сони
1	2	356	9,26	16
2	3	353	9,18	16
3	4	1 307	33,98	44
4	5	1 292	33,59	44
5	6	1 150	29,90	39
6	7	1 196	31,10	41
7	1	554	14,40	22
	<i>Жами</i>	<i>6 208</i>	<i>161,41</i>	<i>222</i>



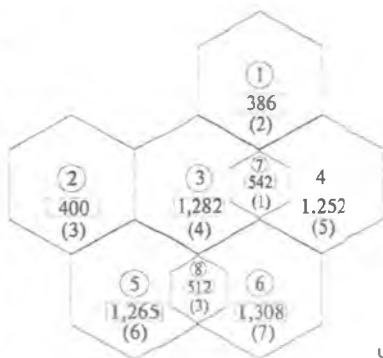
3.51-расм. Ривожланиш қадами 1:
ЧНН -да чақиришга уринишлар = 6.208

Эндиликда системанинг ўсиши учун 4 та қадамли жараёнга риоя этилиши керак.

1. Ҳамонки, хизматга талаб ўсиб бораётган экан, биз ҳар бир БСда овоз каналлари сонини кўпайтириб борамиз, бу жараён ҳам БС3, ҳам БС4 учун каналлар гуруҳлари батамом ишга туширилмагунча давом этади. Бундан сўнг хизмат кўрсатишга бўлган ўсиб бораётган ҳар қандай талабни қондириш учун 3 ва 4 базавий станциялари оралиғида янги БС қўшилади. Биринчи гуруҳ каналларидан (3.51-расм) овоз каналлари частоталари БС 7 учун қўшилади. Каналларнинг ушбу гуруҳи бошқа бирор БСда ишлатилмайди, бу ҳали системадаги частоталардан оритикча фойдаланиш бўлмайди.

3.13-жадвал. Ўсиб бораётган уяли система - 2 қадам

БС	Н каналлар гуруҳи	Юклама (ЧННда уриниш)	Юклама (Эрл)	Нутқ каналлари сони
1	2	386	10,04	17
2	3	400	10,40	17
3	4	1 282	33,33	43
4	5	1 252	32,55	42
5	6	1 265	32,89	42
6	7	1 308	34,00	44
7	1	542	14,09	22
8	3	512	13,31	21
Жами		6 947	180,61	248



3.52-расм. Ривожланиш қадами 2.
ЧННда чақирувларга уринишлар =6947

2. Хизматга талаб тобора ортиб бораётгани сабабли БС 5 ва БС 6 овоз каналлари частоталари учун тайинланадиган каналлар гуруҳи тугайди. Улар оралигига бошқа БС қўшилади. 3-каналлар гуруҳидан БС 8 учун овоз каналлари частоталари тайинланади (3.52-расм). Хизмат талаби ҳам каналлардан ортиқча фойдаланилмасдан қониқтирилиши мумкин, чунки каналлар 3 гуруҳга бўлиниши мумкин ва БС 3 ва БС 8 учун турли частоталарни тайин этса бўлади. Янги конфигурация 3.14-жадвалда кўрсатилган.

3.14-жадвал. Ўсиб бораётган уяли система - 3 қадам

БС	Каналлар гуруҳлари N	Юклама (ЧННда уриниш)	Юклама (Эрл)	Нутқ каналлари сони
1	2	397	10,32	17
2	3	395	10,27	17
3	4	1 230	31,98	42
4	5	1 232	32,03	42
5 Бирламчи	6	435	11,31	18
5 Иккиламчи	6	639	16,61	24
6	7	742	19,29	27
7	1	541	14,06	21
8	3	409	10,63	17

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

217

9	2	469	12,19	19
10	6	459	11,93	19
	<i>Жами</i>	6 948	180,65	263

3. Хизмат талаби яна ортиб бораверганида 2 та янги БС қўшилади. БС 9, БС 3 ва БС 6 оралиғида, БС 10 эса БС 4 ва БС 6 оралиғида қўшилади. 3 ва 6 каналлар гуруҳларидан овоз каналлари частоталари, тегишли тарзда, 9 ва 10 базавий станциялари учун таъминланади, аммо сервис талаби 6-каналлар гуруҳидан овоз каналлари частоталари каналларидан фойдаланишни талаб этади. 6-каналлар гуруҳидан овоз каналларининг баъзи частоталардан ортиқча фойдаланиш учун БС 5 ни иккига бўлишдан фойдаланиладики, бундан муддао - канал ичидаги интерференцияни назорат қилишдир. Бирламчи хизмат кўрсатувчи гуруҳ учун таъминланган овоз каналлари частоталари БС 10 да ортиқча фойдаланилади. Янги конфигурация 3.15-жадвалда кўрсатилган.

3.15-жадвал. Ўсиб бораётган уяли система – 4 қадам.

БС	Каналлар гуруҳлари N	Юклама (ЧННда уриниш)	Юклама (Эрл)	Нутқ каналларининг сони
1 Бирламчи α	2	15	0,39	2
1 Бирламчи β	2	106	2,76	4
1 Бирламчи γ	2	17	0,44	2
1 Иккиламчи	2	69	1,79	5
2	3	386	10,04	17
3	4	1 099	28,57	36
4 Бирламчи	5	645	16,77	21
4 Иккиламчи	5	443	11,52	18
5 Бирламчи	6	680	17,68	25
5 Иккиламчи	6	446	11,60	17

6 Бирлам-чи	7	468	12,17	17
6 Иккиламчи	7	669	17,39	25
7	1	659	17,39	23
8	3	671	17,45	23
9 α	2	229	5,96	8
9 β	2	233	6,06	8
9 γ	2	229	5,96	8
10	6	512	13,31	18
11	1	712	18,51	22
12	5	683	17,76	21
13	7	506	13,16	17
14	1	327	8,50	13
15	3	487	12,66	17
16 α	2	27	0,70	2
16 β	2	114	2,96	5
16 γ	2	182	4,73	7
17 α	2	167	4,34	6
17 β	2	112	2,91	5
17 γ	2	39	1,02	3
Жами		10 392	284,24	395

* Уяли станциялар учун овоз каналлари частоталарини тайинлашда муҳандислик ёндошувидан фойдаланилган (кам оқланган, секторларга бўлинган ва дуализация қилинган GСларда хизмат сифати ёмонлашди), бундан мақсад овоз каналларининг жами сони 395 га тенг бўлишини сақлаб қолишдир.

4. Хизматга талабнинг ўсиб бораётгани сайин тобора кўпроқ БСлар қўшилади ва дуализация тобора кўпроқ БСлар сони учун фойдаланилади. Оқибатда хизмат талаби шуни тақозо этадики, 2 каналлар гурӯҳидаги овоз каналларининг ўша-ўша частоталари БС 1, 19, 16, 17 учун тайинлансин. (3.53-расм) БС 9 учун бу камида икки БСда канал ичидаги интерференцияни олишни потенциал имкониятидир. Ҳар бир БСда йўналтирилган антенналардан фойдаланиш ёрдамида секторлаштириш амалга ошади, бундан мақсад айрим каналдошлар учун интерфейслар потенциал имкониятини бар-тариф этишдир. Янги конфигурация 3.16-жадвалда кўрсатилган.

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

219

3.16-жадвал. Овоз каналларининг тақсимланиши: 4 қадам.

Каналлар гуруҳларининг №	БС №	Гуруҳдаги овоз каналларининг жами сони
(1)	7, 11, 14	23+22+13=58
(2)	1, 9, 16, 17	13+24+14+14=65
(3)	2, 8, 15	17+23+17=57
(4)	3	36
(5)	4, 12	21+18+21=60
(6)	5, 10	17+25+18=60
(7)	6, 13	25+17+17=59
	<i>Жами</i>	395

Легенда

- ① CS №
- (1) № каналли гуруҳ
- 659 ЧННда чақиритишга ури нишлар
- № 1 каналли гуруҳ
- № 2 каналли гуруҳ
- № 3 каналли гуруҳ
- № 4 каналли гуруҳ
- № 5 каналли гуруҳ
- № 6 каналли гуруҳ
- № 7 каналли гуруҳ



3.53-расм. 4 ривожланиш қадами;
ЧННда чақиритишга уринишлар = 10932

3.4.3. Уяли система модели

Уяли модель учун қуйидаги қоидалардан фойдаланамиз:

- Аҳоли зичлиги: 45000 одам/км²
- Мобиль терминалнинг ҳаракати тезлиги: 6 км/соат
- Мижозлар фоизи: 10%,
- Уланган терминаллар фоизи, 50%,
- Эрл/терминал: 0,06,
- Мобил аппаратлар бошлаган чакирувлар фоизи: 60%,
- Сўзлашувнинг ўртача давомийлиги: 120 сек.,
- Олтибурчакли уя радиуси: 1,0 км,
- Зонадаги уялар сони: 16,
- VLR зона: MSC зона.

Ечим:

$$\text{Хар бир уянинг майдони} = 2,6R_2 = 2,6 \text{ км}^2$$

$$\text{MSC хизмат курсатиш майдони} = 16 \times 2,6 = 41,6 \text{ км}^2$$

Мобил аппаратлар бошлайдиган чакирувлар сони = майдон * зичлик * мижозлар%, мобил инициациялар% * (Эрл/терминал)* 1/(чакирувни ушлаб туриш вақти)

$$\text{Мобил аппаратлари бошлайдиган чакирувлар} = 41,6 * 45000 * 0,1 * 0,6 * 0,06 * 1/1/30 = 202176 \text{ чакирув/соат}$$

$$\text{Мобил аппаратда чакирувлар якунланиши} = 134784.$$

Бизга мобиллик модели уялар, локация зоналари ва коммунтация зоналари чегараларини кесиб ўтиш сонини ҳисоблаб чиқиш учун зарурдир. Биз оқимга асосланган оддий моделдан фойдаланамиз.

А ҳудудда одамлар бир текис тақсимланган ва ҳар бир фойдаланувчининг чегарага нисбатан ҳаракат қилиш йўналиши айлана (0;2π) бўйича бир текис тақсимланади, деб фараз қилинади. Агар биз бир км²га аҳоли зичлиги ρ ни (терминал билан ва терминалсиз) км/соатда одамнинг ўртача тезлиги – v-ни ва А майдони периметри узунлиги, яъни L-ни аниқласак, бу ҳолда А ҳудудидан 1 соатда чиқиб кетаётган одамларнинг ўртача сони қуйидагича аниқланади:

$$\text{Худуддан чиқиб кетаётган одамлар сони} = \rho v L / \pi$$

Оқимни сақлаш йўли билан, бундан аввалги ифода ҳам мобил мижозлар зона ичига чегараларни кесиб ўтиш сонини беради.

$$\text{Кесиб ўтишлар сони/уяга} = (45000 * 6 * 6) / \pi = 515595$$

$$\text{Кесиб ўтишлар сони/майдонга} = \rho v L_{\text{майдони}} / \pi$$

$$\text{Майдон} = 41,6 = 2,6R_{\text{майдони}}^2$$

$$R_{\text{майдони}} = 4,0 \text{ км}$$

$$\text{Кесиб ўтишлар сони/майдонга} = (145000 * 6 * 24) / \pi = 2062381$$

Handoffs сони (зонада) - сўзлашувларнинг умумий сони – мазкур коммутация соҳасидан кетишлар (коммутаторлар ўртасида + коммутатор ичида), булар сўзлашувлар жараёнида бажарилган, кесишувлар/1 соатда.

Коммутатор ўртасида

Handoffs сони – уялар* сони (кесишувлар/зонага)* мижозлар %*
Эрл/терминал

Handoffнинг якуний сони= $16*515595*0,1*0,06=49497$. Коммутация зонасидан чиқиб кетишда генерация қилинадиган Handoff сони, бу эса, шунингдек зона ичидаги Handoff сонидирки, у қуйидаги ифода билан аниқланади:

Коммутаторлар ўртасидаги handoff сони=(кесишувлар/зонага)*
* Мижозлар%* (Эрл/терминал),

Коммутаторлар ўртасидаги handoff сони = $2062381*0,1*0,06=12374$

Коммутатор ичидаги handoff сони= $49497-12374=37123$.

Ўрнашган жойни янгилаш (зонада)=коммутаторда
ўрнашган жой майдонлари сони
(кесишувлар/зонага)

Мижозлар% * (уланган терминаллар% – Эрл/терминал),
Ўрнашган жойни янгилаш (зонада)= $1*2062381*0,1*(0,5-0,06)=90745$
Хонадон VLRни янгилаш= 68059 ва
меҳмон VLRни янгилаш= 22686

PCS системалари учун биз қуйидаги қоидалардан фойдаланамиз
ва олдинги ҳисоб-китобларни такорраймиз.

3.4.4. PCS системаси модели

- Аҳоли зичлиги:45000 одам/км²
 - Терминалнинг ҳаракатланиш тезлиги:6км/соат.
 - уланган терминаллар%:100%
 - мижозлар%:80%
 - Эрл/терминал:0,06
 - Мобил аппаратлар бошлайдиган чақирувлар%:60%
 - чақирувни ўртача ушлаб туриш вақти:120 сек.
 - олтибурчакли уя радиуси:0,2 км
 - Зонадаги уялар сони:40
 - VLR майдони:MSC майдони.
- Қуйидаги ҳисоб-китобларни бажарамиз:
Ҳар бир уянинг майдони = $2.6R^2 = 2,6(0,2)^2 = 0,104 \text{ км}^2$
MSC хизмат кўрсатадиган майдон = $40*0,104 = 4,16 \text{ км}^2$

Мобил аппаратлар бошлайдиган қақирувлар
 $=4,16 \cdot 45000 \cdot 0,6 \cdot 0,06 \cdot 0,8 \cdot (1/1/30) = 161741$ қақирув

Мобил аппаратлар яқунлайдиган қақирувлар = 107827 қақирув/соат
 Кесишувлар/уяга = $(45000 \cdot 6 \cdot 1,2) / \pi = 103119$

$$2,6R_{\text{майдон}}^2 = 4,16$$

$$R_{\text{майдон}} = 1,265 \text{ км}$$

Кечишувлар /майдон = $(45000 \cdot 6 \cdot 1,265 \cdot 6) / \pi = 652182$
 handoffнинг яқуний сони = $40 \cdot 103119 \cdot 0,8 \cdot 0,06 = 197988$.

Коммутатор ичидаги handoff сони = 166683.

Коммутаторлар ўртасидаги handoff сони = $197998 - 166683 = 31305$

Ўрнашган жойни янгилаш

(зонада) = $1 \cdot 652,182 \cdot 0,8 \cdot (1 - 0,06) = 490411$ /соат

Хонадон VLR даги янгилашлар = 412894 ва

меҳмон VLR даги янгилашлар = 77547

3.17-жадвалда иккала система учун ҳисоб-китоблар тўғрисидаги хулосалар баён этилган. Шу жадвалдан кўришиб турганидек, уялар радиуслари кичик бўлган PCS системаси уяли системага нисбатан handoff тезлигида 5 қарра ва VLR - қақирувни янгилашда 7 қарра устунликка эгадир.

3.17-жадвал. Уяли ва PCS системаларини таққослаш.

	Уяли	PCS
Мобил аппаратлар бошлайдиган қақирувларнинг 1 соат ичидаги сони	202176	161741
Мобил аппаратларда яқунлайдиган қақирувларнинг 1 соат ичидаги сони (O+T қақирувлар)/соат	134784	107827
Коммутатор ичидаги handoff/соат	336960	269568
Коммутатор ўртасидаги Handoff/соат	37123 (0,11/қақирувга)	166683 (0,62/қақирувга)
Handoff яқуни	12374 (0,04/қақирувга)	31305 (0,12/қақирувга)
Хонадон VLR-сидаги янгилаш	0,15/қақирувга	0,74/қақирувга
Меҳмон VLR- сидаги янгилаш	0,20/қақирувга	1,53/қақирувга
	0,07/қақирувга	0,29/қақирувга

4-бўлим. УЯЛИ АЛОҚА ТАРАҚҚИЁТИ ИСТИҚБОЛЛАРИ

4.1. БОЗОР ТЕНДЕНЦИЯЛАРИ ВА ҚўЛЛАНИШНИНГ ЯНГИ СОҲАЛАРИ

90 йилларда мобил уяли алоқа телекоммуникация соҳаси-да индустрия ва хизмат кўрсатиш доирасининг шитоб билан ривожланаётган тармоғига айланди.

Кўпгина экспертлар мобил алоқанинг келажаги тўғрисида катта умид билан гапирмоқдалар, уларнинг фикрича, 2005 йилда радиотелефон мижозлари сони муқим (симли) телефонлар сонидан 1 млрд. кўп бўлади. 4.1-жадвалда жаҳоннинг турли минтақаларида мобил алоқа раванқининг истиқболи (прогноз) келтирилган.

4.1-жадвал. Мобил радиоалоқа мижозлари сонининг ўсиб бориши

Мобил радиоалоқа мижозлари сони (йил охирида млн. та)	1996	1998	2000	2005	2010	2015
Европа Иттифоқи	37	60	113	210	260	300
Шимолий Америка	48	65	127	195	220	230
Жануби-Шарқий Осиё	41	55	149	440	850	1400
Бошқа мамлакатлар	12	25	37	160	400	800
Жами	138	205	426	1005	1730	2730

Мобил алоқанинг пайдо бўлиши ва унинг ҳамма ерда тарқалиши хизматга ва шахсий ҳаётга алоқанинг қатор янги мустаҳкам жиҳатларини олиб кирди:

- ўз ташаббуси билан ёки чақирувга кўра алоқа сеансини бошлаган мижознинг ҳаракатда бўлиши ёки мобиллиги;
- чақирилаётган ёки чақираётган мижоз қаерда бўлишидан қатъий назар, исталган жойда ва исталган вақтда бошқа мижозга ёки алоқа хизматига чақирув қила олиш имконияти, яъни чақирувнинг универсаллиги;
- турли-туман алоқа хизматларининг ва ахборотни қайта ишлашнинг кўп юмушни бажара олиш ёки буларга «қўл етиши»;
- алоқа хизматларининг электрон ахборотни етказиб беришнинг бошқа хизматлари билан интеграцияси (қўшилиб кетиши), яъни алоқа сеансида ТВ кўрсатувлари, янгиликлар ва электрон матбуот агентликлари, Web-нашриётлари, талабга кўра музикаларни ва шу каби хизматларни ола билиш имконияти.

Агар бу хоссалар бундан буён жадал ривожланса, XXI аср алоқаси учун инқилобий ҳодиса бўлиши мумкин. Мижозлар айна вақтда ҳам қудратлироқ, ҳам қулай алоқа воситасига эга бўладилар. Мобил алоқа хизматлари оммавийлашмоқда, аксарият одамларнинг унга қўли етмоқда ва бу алоқа шахсий эҳтиёжларга мослашмоқда. Алоқа хизмати характери ва улардан фойдаланиш усуллари бора-бора чапдастроқ бўлмоқда ва юқорида айтганимиздек шахсийроқ бўлиб бормоқда. Мобил терминаллар ўз хотирасида алоқанинг турли хизматлар профилларини сақлайди, уларда Web браузерлар, internet ва бошқа тармоқ хизматлари серверларининг адреслари, амалий вазифалар билан биргаликда иш сценарийлари бор. Буларнинг ҳаммаси мобил алоқанинг бўлажак тармоқлари мижозларига юқори даража қўшимча хизматлар олишга имкон беради. Мижоз ўзига қулай бўлган коммуникация интерфейсини масалан, Web-браузернинг жуда оддий клавиатурали типини ёки анча универсал типини танлаб олиши мумкин. Алоқа сеанси ҳам мижознинг эҳтиёжига кўра тезкор параметрнинг кенг диапазонида ва хизмат кўрсатиш классининг кенг қўламида белгилаб олинади. Шунингдек, «мультимедия ресурси»дек умумий тушунча алоқанинг ҳар бир конкрет вазифаси учун ишлатилаётган маълумотлар типлари (овоз, матн, маълумотлар, тасвир ва шу сингарилар), интер активлик даражаси (эшиттириш режими, талабга кўра чиқариб бериш, «талаб-жавоб», интерактив мулоқот ва бошқа режимлар) турлари буйича батафсиллаштирилади. Айна пайтда «интерфейс+алоқа сеанси+мультимедия ресурси» тизимининг ҳар бир элементи тармоқ хизматларининг янги кўп жиҳатли сифатини белгилайди:

- Универсал шахсий алоқа (UPT) ҳар бир мижозни шахсий телефон рақами билан таъминлайди. Мижоз қаерда бўлишидан катъий назар, у алоқанинг исталган тармоғига уланиши мумкин. UPT рақами билан хизмат профили боғлангандир, яъни конкрет мижознинг қўли етадиган алоқа хизмати турларига ва шахсий талаблар (алоқа режимлари)га оиддир. UPT профили факс хабарларни жўнатади ва қабул қилади ёки конференц-алоқа режимига улайди;

- глобал алоқа, яъни глобал роуминг режимида ер шарининг бутун худидига ёйилиб кетган бошқа тармоқлардан алоқа хизматларини олиш. Хусусан глобал алоқа хизматлари шахсий йўлдош алоқа тармоғи, жумладан Iridium ва GlobalStar тармоқлари орқали тақдим этилиши мумкин.

- Internetra мобил кириш, яъни глобал электрон почта, файлларни жўнатишга ва айниқса истиқболли бўлган Web - хизматларига кириш (мультимедия ахборотини қидириш, кўздан кечиришнинг турли режимларида);

- мобил ва белгилаб қўйилган тармоқларнинг тармоқларро алоқа хизматлари, яъни симли алоқа тармоқлари - умум фойдаланишдаги телефон тармоқлари (ТФОП), интеграл хизмат рақамли тармоқлари

(ISDN) мижозларига универсал чақирув имконияти, ана шу муҳим хосса туфайли мамлакатнинг аҳоли кам яшайдиган ва олис ҳудудлардаги мобил алоқа алоқанинг белгилаб қўйилган тармоқлари равнақ топган инфраструктураси билан тежамли асосда қўшилиши мумкин.

Мобил алоқа айтиб ўтилган хоссаларнинг аксарияти аънавий телефон алоқаси ва 90-йилларда бутун жаҳонда тез тарқалган иккинчи авлод мобил алоқага нисбатан ҳам моҳияти жиҳатидан янгидир. 2010 йилда алоқа соҳасида ва ахборотни қўлга киритиш соҳасидаги индустрия хизматларида инқилобий ўзгаришлар содир бўлади, ана ўшанда шу янги хизматларни ҳаммаси оммавий тус олади ва турмушда, ўқишда, бизнесда, соғлиқни сақлашда кенг қўлланилади.

Мобил алоқанинг бизнесга таъсири амалий ҳаётнинг бир нечта лавҳаларда руй беради.

1. Телекоммуникация хизматлари (электрон почта, конференц-алоқа, электрон ҳужжатларни айрибошлаш, интернет-хизматлар ва шу кабилар) иш ҳужжатларни жўнатишга одамларга амалий учрашув, сафарга чиқишга транспорт воситаларига бўлган эҳтиёжларни анча камайтиради. Мобил алоқа, алоқанинг бошқа турлари сингари янги бизнес-технологиялар (телеконференциялар, теле шоппинг, Web-консалтинг, ҳужжатларни электрон айрибошлаш, юк оқимларининг телеметрик назорати, телемедицина ва олисда туриб ўқиш)нинг равнақиға ёрдам беради.

Тажриба шуни кўрсатмоқдаки, бизнеснинг кўп соҳаларида аънавий телефон алоқаси ёки видеоалоқага қараганда мобил алоқа мақбулроқдир. Исталган иш участкасида мобил алоқани тез йўлга қўйиш бу алоқанинг жиддий устунлигидир. Офисда ишлаётган хизматчилар офисга мўлжалланган мобил алоқа технологияларини тез ўзлаштириб олмоқдалар - факсларни олмоқдалар ва жўнатмоқдалар, ҳисоботлар лойиҳаларини, маълумотномаларни, тўлов ҳужжатларни мобил режимида тайёрламоқдалар, ишга оид ахборотларни мобил терминаллар ёрдамида олмоқдалар ва жўнатмоқдалар.

2. Мобил алоқа технологияларининг равнақи туфайли бизнесда уларни қўллашнинг янги йўллари топилмоқда ёки таркиб топган бизнес юриштишнинг янги усуллари юзага келмоқда. Масалан, мижоз хузурига келган бизнес-консалтинг офисдаги хизматларга мобил киришдан фойдаланиши мумкин, булар орасида видеоконференц алоқа, Web-маълумотномалар, график схемалар ва ҳужжатларнинг турли шакллари бор. Қурувчилар, юк экспедиторлари, суғурта агентлари, коммивояжерлар, тез ёрдам врачлари, ремонтчилар, ҳуқуқ муҳофаза идораси ходимлари сингари «очик ҳаво»да ишлайдиган кишиларнинг меҳнати

ҳамкасблари ёки маъмурият билан боғланиши оператив алоқа шарофати туфайли анча самарали бўлади.

3. Кооператив тармоқлар тез ривожланмоқда, бу соҳада алоқанинг мобиллиги кабель системаларига, иш ўринларидаги ускуналарга сарф-харажатларнинг камайиш воситасидир ва айна вақтда у офис ва завод операцияларининг мобиллашувини кўтариш воситаси ҳамдир. Масалан, завод ёки қурилиш ҳудудида ички транспорт оқимлари соддалашади, иш участкалари номарказлашади, кабель тармоқлари бўлмаганидан кейин алоқа инфраструктуралари кўпроқ номарказлашади, чапдастроқ ва қайта қуриш осонроқ бўлиб қолади. Турли маълумот базаларига, технология участкаларига ёки ижрочиларга қўл етиши универсал мобил алоқа принципига кўра ташкил этилади, бунга турли диспетчерлик режимлари ва назорат операциялари қўшилади.

Янги авлодга мансуб мобил алоқа телекоммуникацияларнинг оммавий бозорларига шу бозорларда таркиб жиҳатдан катта ўзгаришлар бўлаётган даврда кириб келмоқда. Европада 1998 йилнинг 1 январидан бошлаб алоқа хизматлари бозорида ростлаб қўйиш ва эркин рақобатга оид янги ҳуқуқий ҳужжатлар амал қила бошлади. Жаҳон савдо ташкилоти (WTO) бу ташкилотга аъзо бўлган мамлакатлар учун 1998 йилнинг ўрталарида шунга ўхшаш ростлаб қўювчи қарорларни қабул қилди. Мобил алоқа бозорига янги хизмат операторлари ва система интеграторлари, яъни алоқа операторлари, internet хизмати провайдерлари келмоқда. Компьютер саноатининг «наҳанглари» бўлган Microsoft, Oracle, Sun Microsystems, Intel, IBM ва бошқалар телекоммуникация бозорларига янги ғоялар, маҳсулотлар ва кўп миллиард инвестициялари билан бостириб кирмоқдалар

– Microsoft шахсий йўлдош алоқаси системасининг Teledesic лойиҳасини маблағ билан таъминламоқдаки, бу Internetнинг кўп бўғинли (300 йўлдошдан кўпроқ) инфраструктурасини яратишга қаратилгандир;

– Microsoft мобил терминалларга ўрнатиладиган ва юмушига кўра шахсий компьютерлар Windows системасига ўхшаш бўлган Windowsce операция системасини яратмоқда.

– Oracle, Sun Microsystems, IBM ва бошқа компаниялар мобил тармоқ компьютерлари (MNC - Mobile Network Computer), спецификациясини ишлаб чиқмоқдаки, булар internet билан биргаликда радиоканаллар бўйича ишлайди;

– Intel бошқа компьютер ва телекоммуникация фирмалари билан биргаликда ўзининг Pentium «II ва III» процессорлари базасида TDMA ва ISDN тармоқлари мобил компьютерлари ва интеграция технологи-

яларини яратмоқда. Янги хизматлар ва уларга бозордаги талаб мобил алоқа бозорининг махсус секторини шакллантирмоқда. Масалан, иш билан ёки сайр-саёҳат учун сафарга чиққан мижозларга тезликда мобил видео алоқа бозори шакллантирилади, бу бозор ишга оид хизматларни ҳам, шахсий хизматларни ҳам бажаради.

3-авлодга мансуб мобил алоқага ўтишда алоқа операторларининг роли ва уларнинг истеъмол бозорларини кенгайтиришга таъсири анча ортади. Операторларнинг иккинчи авлодга мансуб базавий станция тармоғига қўйган инвестициялари алоқа хизматлари бундан буёнги равнақи негизи бўлади. Алоқа операторлари хилма-хил янги имкониятларга асосланиб ўзларининг бозор стратегиясини мойиллаштиришлари мумкин:

- корпоратив фойдаланувчилар (маълумотларни пакетли узатиш, корпоратив intranet тармоқларини ташкил этиш, юқори тезликдаги радио каналларни тақдим этиш) учун мобил алоқанинг янги хизматларини жорий этиш,

- мижозларга видеотелефония, мультимедиа ҳужжатларини узатиш, интер актив қидирув ва бошқа оммавий хизматларни тақдим этиш;

- бизнес-мижозлар учун хизматларни ихтисослашган пакетларини чиқариш: банк тўлов хизматлари, молиявий бозорлар янгиликлари, товарларнинг электрон каталоглари, транспорт хизматининг жадваллари ва шу кабилар;

- бозорларнинг янги сегментларини ўзлаштириш: хонадонда қўллаш, тез тиббий ёрдам, сайёҳлик, уй-жой ва офисларни қўриқлаш, амалий сафарлар учун радио-газета, кўнгил очиш ва шу кабилар;

- мижозлар гуруҳлари учун «Мобил командалар» (гуруҳли почта хизмати, гуруҳли видеоконференц алоқа ва шу кабилар) шаклида коллектив ишнинг хизматлари янги классларини ташкил этиш. Алоқа операторлари, алоқанинг ишлаб турган инфраструктурасидан фойдаланиб ва 3-авлодга мансуб тармоқларнинг янги имкониятларини қўллаб ўз бизнесларини ривожлантириб бормоқлари учун истиқболга мўлжалланган, аниқ мақсадни кўзловчи йўл-йўриқлар таъминланиши керак:

1. Алоқа сифимиға, маълумотларни катта тезлик билан ўтказишга, мультимедиа ахборотини узатишга ўсиб бораётган эҳтиёжни қоплайдиган 2 ГГц диапазонидаги янги кенг полосали спектр.

2. Уяли тармоқлар тузилиши (архитектураси) чапдаст ва радио алоқани ишлатишнинг турли шартларига, яъни хизмат кўрсатиладиган зоналарнинг ҳажмига офис ичида ва ташқарисида қўллашга, мижозларнинг турлича тезликда ҳаракат қилишига ва шу кабиларга осон мосланувчан бўлиши керак.

3. 3-авлодга мансуб тармоқларнинг радиотехнологияси юқори сифатли овоз алоқасини ҳам, маълумотларни юксак унум билан жўнатишни ҳам

(Узатиш протоколларига кўра, замонавий транспорт протоколлари - АТМ, TCP/IP, X.25 ва шу кабилар билан тўғри келадиган) таъминлаши зарур.

4. Тармоқлараро протоколлар, радио тармоқларини бошқариш ва сигнализация алоқа операторлари учун мобил тармоқларнинг internet, ISDN ва ТФОП билан интеграциясининг юксак даражасини таъминлаши лозимки, бу мижозларга алоқанинг турли хизматларини кўрсатиш ва ахборотга киришга имкон беради.

5. 3-авлодга мансуб радиотехнологиялар трафик ва унумдорликни ошириб боравериш, алоқанинг кўрсатаётган хизматларини тадрижий ривожлантириб бориш, техникавий янгиликларга мослашиш, базавий станциялар ва радиотармоқ контроллерларининг «юмшок» модернизацияси бобида имкониятларга эга бўлиши керак. Айни пайтда, 2-авлодга мансуб амалдаги тармоқлар билан чиқишув воситалари ва ана шу тармоқлар мижозларга хизмат кўрсатиши қўллаб-қувватланиши зарур.

6. Мобил станциялар (мижоз терминаллари) оддий клавишли радио телефонлардан тортиб, то кўп юмушларни бажарадиган шахсий коммутаторларга қадар хизмат кўрсатишнинг кенг доирасини таъминлашлари лозим. Мобил станцияни қайта конфигурациялаш мижоздан махсус тайёргарлик ва компьютер кўникмасини талаб этмаслиги керак. Концепция ва тузилиши жиҳатидан мобил станциялар тармоқ компьютерлари йўналишида ривожланишлари зарурки, бундай компьютерлар ҳозирги вақтда оддий компьютер станциялари сифатида ишлаб чиқилмоқда, улар internet билан ўзаро ҳамкорлик мезонларига кўра такомиллаштирилган.

7. Алоқа операторлари мобил алоқа хизматларини шахсийлаштиришнинг турли-туман воситалари билан таъминланиши керак. Бундай воситалар таркибига созланадиган хизматлар рўйхати, мижоз сервис класслари, турли параметрлардаги радиоканаллар, ҳар хил юмушларга мўлжалланган мобил станциялар киради.

Шундай қилиб, алоқа операторлари биринчи марта мобил алоқанинг шиддат билан ривожланаётган бозорига келмоқдаларки, улар қўлида бозор стратегиялари, бозор сегментлари ва алоқа хизматлари классларини танлаб олишнинг жуда кенг имкониятлари бор. Равшанки, бозорни тартибга солиб туриш, алоқа турлари ва хизмат регионларига лицензиялар, рақобат ва умумий иқтисодий шароит операторларнинг имкониятларини чеклайди. Бу ўринда гап, аввало, 3-авлодга мансуб мобил алоқанинг катта технологик потенциали ҳақида бормоқда. Операторлар ана шу улкан потенциални эгаллаб олиш ва шахсий мижозлар ва корпоратив фойдаланувчилар ҳамда умуман бозор манфаатлари йўлида шу потенциалнинг имкониятларини очишга даъват этилгандирлар.

4.2. IMT-2000. УЧИНЧИ АВЛОДГА МАНСУБ МОБИЛЬ
СИСТЕМАЛАРИ ОИЛАСИНИ ЯРАТИШ КОНЦЕПЦИЯСИ

IMT-2000

– бу миллий, ҳудудий ва халқаро системаларни ишлаб чиқиш, стандартлаш ва

жорий этишга ёрдам беришнинг узоқ муддатга мўлжалланган режасидир, бу системаларнинг ўзи эса хизматларнинг тўла туркумини ва аввало ITU талабларига мувофиқ глобал роумингни амалга оширишдир.

Ташкилий жиҳатдан қараганда, IMT-2000 ITUнинг илгариги 2 прогаммасини бирлаштиради.

– FPLMTS келажакда ҳамманинг қўли етадиган ер юзасидаги мобил телекоммуникация системаларидир.

– GMPCS (Global Mobile Personal Communication Satellit) - глобал шахсий йўлдош коммуникациялар. Дастлаб IMT-2000 овоз алоқасига мўлжалланган эди, аммо 1996 йилдаёқ ITU маълумотларни симсиз уза-тишга оид талабларни белгилаб берди.

Тарихан IMT-2000 режаси ҳозирнинг ўзида ривожланишнинг бир нечта босқичидан ўтди:

– 1985–1992 йиллар: вазифани ўртага қўйиш ва умумий система талабларини ишлаб чиқиш;

– 1992–1997 йиллар: жаҳон миқёсида ўтказилган WARC-92 радио конференциясида IMT-2000 учун частоталар ресурсларини аниқлаб олиш биринчи бор – 2ГГц диапазонида 230 МГц полосасини ажратиш;

– 1997–1999 йиллар, 3-авлодга мансуб мобил алоқанинг янги стандарти лойиҳаларини ишлаб чиқиш.

1998 йилнинг июнь ойида 15 та алоҳида лойиҳа таклифлари олинди (булардан 10 таси ер юзидаги алоқа учун ва 5 таси йўлдош алоқаси учун) булар ҳозир ITUнинг мустақил гуруҳлари томонидан кўриб чиқилмоқда. 1999 йилнинг охирида базавий принциплар ва технология ечимлари қабул қилиниши мўлжалланган эди. Шунингдек, ITU доирасида 3-авлодга мансуб мобил алоқани қуриш ва уни амалга ошириш босқичлари хусусидаги масалалар юзасидан ITUнинг узил-кесил тавсиялари қабул қилиниши режалаштирилган эди.

Шу муносабат билан қизиқ бир ҳолатни таъкидлаб ўтиш зарур: 3-авлодга мансуб мобил системалар лойиҳаларини стандартлашга ёндашувларда, бу лойиҳалар Шимолий Америкадан, Европадан ёки Осиёдан тушганига қараб, айрим тафовутлар кўзга чалинган эди.

Шимолий Америка (АҚШ)да жуда нуфузли давлат ташкилотлари ишлаб турибди (FCC - алоқа бўйича федерал комиссия, қонун чиқарувчи органлар - Вакиллар палатаси (Конгресс) ва Сенат, ANSI - стандартлаш бўйича Америка миллий институти ҳамда TIA (Telecommunications industry Association), савдо саноат PCIA (Personal Commvniction industry Assocation), уюшмалари актив фаолият кўрсатмоқдаки, улар IMT-2000 дастурини амалга ошириш масалаларини мунтазам муҳокама қилиб турибдилар. Бундан ташқари, IEEE (802 комитет) доирасида бир қанча ишчи гуруҳлар, интернет мувофиқлаштирувчи идоралари (IETF) гуруҳи саноат фирмалари, альянслари (MDI - мобил маълумотлар ташаббуси), CDG (CDMA Group) ва бошқалар борки, улар мобил алоқа замонавий тармоқлари равнақиға таъсир этадиган муҳим технология стандартларини ишлаб чиқишда қатнашмоқдалар.

Умуман шуни айтиш керакки, АҚШ ва Канаданинг мобил телекоммуникациялари бозори кўп жиҳатдан бозор кучлари таъсирида ривожланмоқда. FCCнинг IMT-2000 га нисбатан таъсири соҳаси ҳозирча янги частота тақсимлашлар билан чекланмоқда. IMT-2000 учун янги радио-интерфейс стандарти лойиҳасини тайёрлашда АҚШда ягона миллий таклифдан воз кечдилар, 1998 йилнинг июнида ITU га 4 лойиҳа тушди, аслида уларнинг 2 таси ANSI, TIA ёки IEEE сингари стандартлаш институтлари томонидан эмас, балки Qualcomm Ericsson (Шимолий Америка бўлинмаси) саноат фирмалари томонидан тайёрланган. Европа ва Японияда мутлақо бошқа ёндашув қабул қилинган, бу ерда ETSI (телекоммуникация стандартлари Европа институти) ва ARIB (Япония) ITUга биттадан лойиҳа тақдим этдиларки, буларда Европа мамлакатлари ёки Япония доирасида янги стандартга умумий ёндошувлар ва принципиал техник ечимлар акс этган.

Равшанки, битта мамлакатдан тушган тўртта таклиф АҚШнинг умумжаҳон стандартини танлаб олишда ITUга таъсирини сусайтирди, бу эса FCC лойиҳаларига баҳо бериш гуруҳининг фаол аралашувини тақозо этди, оқибатда 1998 й. кузига келиб АҚШдан 3-авлодга мансуб стандарт номзодлари аслида 2 лойиҳадан иборат бўлди.

1. UWC-136 - бу лойиҳа UWU (Universal Wireless Communications Consortium) халқаро консорциуми томонидан тайёрланган. UWCC аъзолари таркибига 20 тадан кўпроқ халқаро компаниялар, шу жумладан, AT&T, Wireless, Bell South Cellular, Nokia, Ericsson кирган.

UWC-136 - бу бошқа номзодларга нисбатан энг кўп даражада D-AMPS ва GSM типидаги 2-авлод системалари билан чиқиша оладиган принципга жавоб берадиган стандартдир. Бу стандарт TDMA га асосланади ва частота ресурсларига қўядиган талаблари камдир.

2. CDMA - 2000 CDMA IS-95 стандарти равнақи принципига асосланган лойиҳадир. Бу тақлиф хусусида ҳозирнинг ўзидаёқ ўткир мунозаралар бормоқда (АҚШ Конгрессида ва ETSI ишчи гуруҳининг мажлисларида). Асосий техникавий муаммо CDMA IS-95 технологиялари ва ETSI ҳамда ARIB (Радиосистемаларни стандартлаш Япон миллий идораси) янги тақлифларининг W-CDMA технологияси билан бир қанча жиҳатларда чиқиша олмаётганлигидадир. Адлиявий нуқтаи назардан, IPR (Intellectual Property Rights)нинг интеллектуал мулк ҳуқуқлари муаммоси кўтарилгандир ва у ўз ечимини кутмоқда. Бу ўринда, асосий даъволар Qualcomm фирмаси томонидан ўртага ташланмоқда, у ETSI лойиҳасига киритилган UMTS/W-CDMA технологияларига даҳлдор 500 дан ортиқ IPR га ўз ҳуқуқларини эълон қилди.

Айтиш лозимки, Qualcomm ETSI нинг аъзосидир, бу ерда ETSI лойиҳасининг техникавий ечимлари бир неча бор муҳокама қилинган эди.

ITU огоҳлантириб, агар IPR баҳсли масалаларини яқин орада ҳал этилмаса, ITU иккала лойиҳа (CDMA-2000 ва UMTS/W-CDMA)ни ITU рад этишини уқтирди.

Ва ниҳоят, икки йил мобайнидаги қизгин техникавий мунозаралар ва суд мажлислардан кейин Ericsson ва Qualcomm CDMA соҳасида - 3-авлодга мансуб мобил алоқа стандарти лойиҳаларни биргаликда қўллаб-қувватлаш ва технологиялар соҳасида ҳамкорлик тўғрисида кутилмаган битимга келдилар. Янги битим кросс-лицензиялаш, яъни лицензия ва патент ҳуқуқларини ўзаро айрибошлашни назарда тутди. Ericsson, CDMA тармоқлари, тармоқ инфраструктура компонентларини ишлаб чиқаётган ва ишлаб чиқарилаётган Qualcomm бўлинмаларини сотиб олди. Qualcomm эса, интеграл микросхемаларни ва янги авлодларга мансуб радиоалоқанинг DSP процессорларини, шунингдек Globalstar мобил йўлдош алоқани глобал система элементларини ишлаб чиқаришни давом эттиради.

Европадаги ёндашув GSMни ишлаб чиқиш ва жорий этишнинг 10 йиллик муваффақиятли тажрибасига суянади. Бошқа энг муҳим омил телекоммуникация бозорларини ва лицензиялаш, сертификация қоидаларини ҳамда мобил алоқа ускунаси экспорт/импортини тартибга солиб туришнинг Умумевропа сиёсатида 1993-98 йилларда Европа парламенти даражасида кўпгина муҳим сиёсий қарорлар қабул қилиндики, булар мобил алоқа бозорлари шиддат билан тараққий этишининг асосий базасини яратди. Ҳақиқатан ҳам, Европа илмий тадқиқот ва тажриба конструкторлик ечимлари ва давлатга бўйсунмаган умумий стратегиялар даражасида Умумевропа ахборот жамиятини бунёд этишга ки-

ришди ва ўзининг сиёсий дастурларида Мобил ахборот жамиятини бунёд этишнинг бош омили сифатида мобил алоқа технологияларига муҳим роль ажратмоқда.

ETSI ITU га тақдим этган Европа лойиҳаси аслида 2 технологияни бирлаштиради:

- а) CDMАни TDMA каналида амалга оширилиши;
- б) W - CDMАнинг кенг полосали технологияси

Биринчи технология GSM билан чиқишувни таъминлаши ва шу асосда, 3-авлодга мансуб системаларга ўтишда GSM - тармоқлар инфраструктурасини сақлаб қолиши лозим. Иккинчи технология бир қанча принципиал янги техникавий ечимларга эгаки, булар юқори тезликдаги, мультимедия ва Internetга - ўхшаш алоқа хизматларини амалга оширишга қаратилгандир. Япониянинг мобил алоқа бозорларини бунёд этишда Фаол иштирок этаётган Европадаги асосий корхоналар - Ericsson, Nokia, Siemens, ETSI ва ARIB учинчи авлодга мансуб жаҳон стандартлари учун курашда бардам бўлиб ҳаракат қилмоқдалар ва CDMA 2000 га нисбатан ўзларининг танқидий сиёсатларини мувофиқлаштиряптилар. 1998 йилнинг декабрида янги мувофиқлаштириб турувчи дастур 3GPP (3 Generation Partnership Project - 3-авлодга мансуб системаларни бунёд этишда шериклик лойиҳаси) тузилган эди.

Уни ETSI, ARIB, T1P1 (АҚШ) ва TTA (Жанубий Корея) таъсис этдилар. Шуни таъкидлаш муҳимки, 1998 йилдан бошлаб, DoCoMo (Япониядаги мобил алоқанинг етакчи оператори) Ericsson ва Nokianing биргаликдаги лойиҳаларида ғайрат-шижоат билан ишлаб чиқиляётган W-CDMA негиздаги экспериментал тармоқлар жорий этилиши билан ETSI ва ARIBнинг биргаликда мавқеъи кўтарилиб бораверади. Япониянинг компьютерлар ва телекоммуникациялар бозори етукли ва мультимедия ва Internet иловалари учун мобил алоқа хизматларини оммавий миқёсда қабул қилишга шай бўлгани учун кўп мамлакатларнинг бозорларига катта таъсир ўтказди. 2000 йилнинг ўзидаёқ, Япониянинг бир қанча мижозлари мобиль мультимедия терминалларига эга бўладилар ва янги авлодга мансуб алоқа хизматларининг лаёқати ва сифатини бутун оламга намойиш этадилар.

Осиё қитъасининг жуда улкан бозор потенциали, айниқса, Хитой, Япония, Жанубий Корея, Малайзия, Сингапур, Ҳиндистон сингари мамлакатлари аҳолиси сони ва инновацияга мойиллигини инobatга оладиган бўлсак, ушбу мамлакатлар янги авлод тараққиётини белгилаб беради, деб айтсак арзийди.

Япония Швеция қатори W-CDMA тармоқларининг даладаги синовлари 1994 йилдаёқ бошлаган биринчи мамлакат бўлди. W-CDMA радиоканали бўйича маълумотларни юқори тезликда узатишни 1996 йилда DoCoMo фирмаси намоиш этди. Япония янги товарлар ва хизматларни жорий этишда бозор таомилларини тез илғаб оладиган мамлакатдир, шу боис у, ниҳоятда ривожланган микроэлектрон саноати бўлгани учун, ITU органларида W-CDMA ўз стандартини далил-исботлар билан олға суришда жуда нуфузли позицияларни эгаллаб турибди. Кўп экспертларнинг фикрича, 1998 йилнинг январь-февраль ойларида ETSI-да бўлган 3-авлодга мансуб технологияни танлаб олиш хусусидаги хал этувчи овоз беришда овозлар W-CDMA томонга оғиб кетди, бунинг боиси шундаки, ETSI аъзоси бўлган Япон фирмалари W-CDMA ни жуда бақувват далил-исботлар билан қўллаб-қувватладилар.

Япония ягона таклиф сифатида тақдим этган W-CDMA/ARIB лойиҳаси техникавий нуқтаи назардан пухта ишлаб чиқилган ва далилланган лойиҳадир.

Жанубий Корея 1991 йилдан бошлаб, CDMA тармоқларини ишлаб чиқиш ва жорий этишда фаол қатнашмоқда. Жанубий Корея учун мобил алоқанинг халқаро стандартлари ва аввало, IMT-2000 бўлажак стандартлари алоҳида аҳамиятга моликдир, чунки Samsung ва Hyundai сингари «наҳанглар» жаҳон телекоммуникация бозорига кириш учун катта режалар тузиб кўйишган. Шу омиллар туфайли Жанубий Корея IMT-2000 учун урта стандарт лойиҳаларини ишлаб чиқди:

CDMA I – DS-SS асинхрон технологиясининг кенг полосали варианты;

CCDMA II – DS-SS нинг асинхрон технологияси;

SAN-SS – LEO йўлдошлар 49 гуруҳлари учун шахсий алоқа стандарти.

Телекоммуникация технологиялари Хитой академияси (CATT-China Academy of Telecommunication Technology) TD-SS (Time-Division Synchronous SS) технологиясининг ўз вариантини ишлаб чиқди. Бу лойиҳа ITU-га IMT-2000 учун номзод - стандарт сифатида тақдим этилди.

3-авлодга мансуб стандартлар технологияларининг тақдим этилган лойиҳаларидан қай бири «жон сақлаб» қолишини келажак кўрсатади. Бу биргаликдаги ечимлар бўладими ё йўқми - буни биз 2000 йилнинг бошларида биллиб оламиз, айти вақтда British Telecom (BT) UMTS доирасида мижоз ускуна W-SS синови ўтказилаётгани ҳақида эълон қилди, ушбу синовлар Nortel Networks, NEC ва Panasonic уюшмасида ўтказилмоқда. Norte компанияси BT-га W-SS технологиясининг барча компонентларини етказиб бермоқда.

Panasonic мижоз усқунаси синовини ўтказмоқда, NEC эса радиоинтерфейс синовларида қатнашмоқда.

Panasonic компанияси алоқанинг юз уяли серияси терминаллари-ни, PCMCIA карточкалари билан биргаликда батамом портатив радиотелефон қурилмаларини тақдим этдики, бу қурилмалар 384 Кбит/с тезлик билан маълумотларни узатишни таъминлайди.

Муаммоли масалалар қаторига 3 GSM терминаллари базавий усқуна билан бирга қай тарзда ишлашини киритиш керак. Ўтказилаётган синовлар сир тutilмоқда. Йилнинг 3 ойи мобайнида ўтказилиши мўлжалланаётган синовлар ҳудудий операторларни жалб этишга асослангандир. Масалан, Nortel компанияси Шимолий Америкада экспериментал W-CDMA тармоғини ёйди. NEC эса DoCoMo билан биргаликда W-CDMAни яратиш бўйича ишларига жалб этилди. ETSI қарорларини амалга ошириб бориб, у Европанинг 3G-системаси учун радиоинтерфейс сифатида W-CDMA технологиясини мослаштиришга киришди. Аслида NEC, Европада UMTS-системасини ишлаб чиқишга киришди. Ericsson компанияси 3-авлодга мансуб тармоқни иккита илмий-тадқиқот марказлари - Guildford ва Burgess Hill (Буюк Британия)да синовдан ўтказмоқда. DoCoMo ва Japan Telecom (Япония) экспериментал система учун усқуна етказиб беради. Шунингдек, Германия, Италия, Швециядаги операторлар билан экспериментлар сериясини ўтказиш мўлжалланган.

Февраль ойида DoCoMo ва SingTel Mobile (Singapore Telecom мобил алоқасининг бўлинмаси) Сингапурда 3 авлод системасининг биргаликдаги синовларни бошладилар. Сингапур Миллий Университети ҳамкорликда 3-авлод симсиз тармоқлари учун W-CDMA технологиясидан фойдаланиш бўйича 2 йиллик эксперимент мўлжаллаб қўйилган.

Nokia инженерларининг фикрича, компания Хельсинкидаги синов марказида, умумий фойдаланишдаги тармоқ орқали биринчи W-CDMA нутқ чақирувларини муваффақиятли амалга оширди. Синов тармоғи таркибига Nokia W-CDMA терминаллари, базавий станция усқунаси ва мобил коммутация маркази кирган эди. 3-авлод тармоғини рўёбга чиқариш 2002 йилдаёқ амалга оширилади деб мўлжалламоқда. CDMA-2000 технологияси тарафдорлари ҳам вақтни беқорга ўтказишаётгани йўқ, Sprint PCS Motorola икки базавий станция ўртасида видеоконференцалоқа имкониятини намоиш этди. Sprint мутахассислари фикрича, қўлланилаётган радио технология телефон каналлари сонини икки баробар кўпайтиришга, шунингдек, маълумотларни узатиш режимида ўтказиш қобилиятини олти баробар кўпайтиришга имкон беради.

Расмий тарзда CDMA 2000 технологияси - синовлари 2000 йилдан эътиборан, Sprints Lenexa (Канзас) лабораториясида бошланади.

Яна Буюк Британия ҳақида гапирадиган бўлсак, таъкидлаш зарурки, Orange компания-оператор UMTS системасини ўзи синовдан ўтказишга киришганини маълум қилди. Унинг шериги Ascendдир, у яқинда Lucent, Cisco Fujitsu билан қўшилиб кетди.

Fujitsu компанияси радиокириш системани, мижоз ускунасини ва базавий станцияларни етказиб бермоқда. Cisco бошқарув системаси ва транспорт даражаси воситалари учун жавобгар бўлган, Ascend эса хизмат кўрсатган ва мобил бошқарувни таъминлаган.

4.2.1. Мобиль системалар 3-авлодига ўтиш стратегиялари

3 - авлод тармоқларини жорий этишнинг бошланғич босқичи 2001-2003 йилларга режалаштирилмоқда, шу даврга келиб мобил алоқа хизматларининг умумжаҳон бозорида 600 млн.та мижоз бўлади. Экспертларнинг фикрича, алоқа операторларнинг ана шундай улкан бозорини яратиш ва ривожлантириш учун капитал маблағлар миқдори 60 млрд. \$ дан ортиб кетади. Равшанки, умумжаҳон бозорининг шу қадар катта кўлами ва инерцияси мобил алоқа барча тармоқларни қисқа муддат ичида янги техникавий стандартларга ва мижозларга хизмат кўрсатишнинг янги режимларига ўтишга имкон бермайди. Табиийки, айрим минтақаларда ёки халқ хўжалиги тармоқларида 3-авлод тармоқларини бунёд этишни янгидан бошлашга тўғри келади, лекин телекоммуникация инфраструктураси тараққий этган мамлакатлар учун 3-авлодга ўтишнинг икки стратегияси типик бўлиб қолади:

1. N-стратегия: Амалда бўлган тор полосали технологиялар (D-AMPS, GSM ва бошқалар)нинг 3-авлодга мансуб стандартлар билан белгилаб қўйилган янги функционал-техникавий марраларга шитоб билан ўтиб бориши.

2. Wideband - стратегия моҳияти жиҳатидан янги ускуналарни яратиш ва жорий этиш, алоқа хизматлари ва унумдорлиқнинг принцип жиҳатидан янги даражасига эришиш айти вақтда буларнинг юксак тежамли бўлишини таъминлаш, системаларнинг бизнес, соғлиқни сақлаш ва таълимнинг янги соҳаларига оммавий тарзда кириб келиши.

4.1-расмда яқин 4-5 йил орасида тараққиётнинг икки стратегияси бўйича мобил алоқа технологик тараққиётининг умумий схемаси кўрсатилган.



4.1.-расм. 3-авлод мобил алоқа системаларига ўтишнинг икки стратегияси

4.2.2. D-AMPS тармоқларининг эволюцияси

IS-136 тармоқ архитектураси негиздаги D-AMPS тармоқлари кўп жиҳатдан IMT-2000 нинг аксарият талабларига жавоб беради.

D-AMPS тармоқларининг етакчи ускуна етказиб берувчилари ва операторларини бирлаштирган Шимолий Америкадаги UWCC консорциуми, IMT-2000 учун радио технологияга илова сифатида ўзининг W-CDMA NA лойиҳасини ишлаб чиқди. Ташкилий нуқтаи назардан лойиҳа TR 45.3 комитети томонидан тақдим эгилган бўлиб, у TIA доирасида ишлайди ҳамда ITU органлардаги АҚШ делегацияси таркибига ўз вакиллари даражасида киради.

Ericsson фирмаси ETSI йўли билан ҳам, UWCC (UWC-136 лойиҳаси) IMT-2000 учун лойиҳа тақлифлари тайёрлашда фаол қатнашмоқда.

Ericssonнинг икки юзламачилиги бозор омиллари билан изоҳланади. Ҳар бир лойиҳа негизда амалдаги тармоқ инфраструктуралари - DAMPS (UWCC ва GSM (UWTS лойиҳаси)лари билан чиқишув принципи амалга ошади.

Равшанки, D-AMPS ва GSM тармоқлари ускунаси бозорида катта мавқеига эга бўлган (мижоз базасининг умумий ҳажми қарийб 200 млн.) Ericsson 3-авлод тармоқларига ўтиш чоғида ўзининг раҳнамолигини сақлаб қолишга интилади.

Ericssonнинг стратегик йўли - 200 КГц/TDMA такомиллашган ускунасини ишлаб чиқаришдан иборат, бу ускуна амалдаги спектор ва W-CDMA янги ускунаси учун, янги полосали спектор учун мўлжалланган, алоқанинг уяли мобил ускунасини етказиб бераётган аксарият компанияларининг тутаётган йўли ана шундай.

D-AMPS мавжуд тармоқларида D-AMPS ETA/TIA IS-136 Rev.A амалдаги асосий стандартдир, у 1996 йилда эълон қилинган ва унинг таркибига ETA 553 базавий стандарти ҳам, янги рақамли функциялар: кодек VSELP 8 КБит/с, CDPD 19.2 КБит/с маълумотларни пакетли узатиш, қисқа хабарлар хизмати - SMS, G3, факс - узатувчи ва бошқа кўпгина имкониятлар киради.

Ҳозирги вақтда IS-136 стандартининг В версияси жорий этилмоқда, унда янги имкониятлар пайдо бўлди, булар - SMS кенг қамровли режими, интеллектуал Роуминг, TDMA, пакетли маълумотлар узатишнинг ривожланган режимлари, яъни 19,2 ва 28,8 КБит/с GNATT теле-сервисининг транспорт протоколи ва бошқалар бор. D-AMPS деб аталган навбатдаги версияда, коммутация қилинадиган каналлар ва 64КБит/с гача тезликда пакетли коммутация режимида 800/1900 МГц икки полосали режимларида маълумотларни узатиш режалаштирилмоқда.

4.2-расмда D-AMPS тармоқларни технологик ривожлантириш босқичлари кўрсатилган.

IS-136++/W-CDMA

Мультимедиа

IS-136+, HLM, MANGO

Юксак тезликлар

**IS-136, PCS, CDPD
IS-54, Digital Cellular**

**Янги хизматлар
Умумдорликнинг
ортиши**

ETA/TIA 553, Analog Cellular

Қамровнинг ортиши

**3
авлод
технологиялари**

4.2-расм. D-AMPS технологиясининг эволюцияси

D-AMPS нинг бундай тадрижий тараққиёти сўнгги уч-тўрт йил мобайнида амалда оширилиб, то UMT-2000 бўйича ITU томонидан функционал талаблар ойдинлаштирилгунча ва аниқ муддатлар қўйилгунча давом этди. 1998 йилнинг бошларида WWCC доирасида 3-авлод технологияси негизига TDMAни модуляция (High Level Modulation) йўналишида ривожлантириш, ташувчига, то 200 КГц гача спекторни кенгайтириш ва маълумотларни узатиш тезлигини то 384 КБит/с гача кўпайтириш мақсадида бир қанча техник ечимлар қўйишга қарор қилинди. Офислар ичида қўллаш учун 2 МБит/снинг юқори чегарасига, 200 КГцлик 8-10 канални қўшиш йўли билан кенгроқ TDMA каналидан фойдаланиб эришиш мумкин.

4.2.3. GSM тармоқларининг эволюцияси

GSM

стандартларининг равнақи бир нечта ўзаро боғлиқ йўналишлар бўйича кечмоқда:

- Радиоалоқанинг бошқа тармоқлари

DECT, DCS1800, PCS1900 ва internet/intranetra кириш узеллари билан интеграция; TDMAнинг янги технологияларини жорий этиш, - бу технологиялар маълумотларни юксак тезликда узатиш, X. 25, IP ва ATM типидagi пакетлар коммутацияси билан тармоқларни қуришни таъминлайди;

- алоқанинг белгиланган тармоқлари билан интеграция - ТФОП ва ISDN;

- турли сервис функцияларини ривожлантириш (биллинг, SIMнинг янги 3 вольтли технологиялари, факс-терминалларни, принтерларни, симсиз телефонларни, модемларни улаш алоқа ҳимояси таомиллари ва шу кабилар);

- GSM архитектурасига 3-авлод системалари талабларига жавоб берадиган янги протоколлар ва амалий хизматларни қўшиш

GSM + стандартларини 3-авлод (UMTS)га босқичма босқич ўтказиш мақсадида ETSI ишлаб чиқаётган янги спецификациялар рўйхати 4.1-жадвалда берилган.

4.1-жадвал GSM+га UMTS нинг функциялари ва режимларини қўшиш

Спецификациянинг белгиси	Ўйиҳа таклифи	Амалга ошириш санаси
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution	1998
GSM-UMTS	Architecture of the GSM-UMTS Platform & System	1999

UMTS QoS	End to End UMTS QoS Management	1999
GPRS IP-in-IP	IP-in-IP tunneling in GPRS backbone for UMTS phase 1	1999
VHE-GSM/UMTS	Service Continuity and Provision of VHE via GSM/UMTS	1999
GSM/Mobile IP	Combined GSM and Mobile IP Mobility Handling in UMTS IP CN UMTS Charging and Billing	2000
UMTS/ATM	UMTS Core based on ATM Transport	2000
UMTS Numbering	Umns Numbering, Addressing & Identities	2000
UMTS OSA	UMTS Open Service Architecture	2000
UMTS Multimedia	Multimedia in UMTS	2000
MMS Support	Support of non-realtime Multimedia Messaging Service	2000
VHE	Virtual Home Environment	2000

GSMнинг UMTSга қараб эволюцияси TDMAнинг янги мульти канал технологияси билан таъминланади, шу технология негизда ATM ва TCP/IP типдаги юксак тезликдаги транспорт протоколларини амалга ошириш режалаштирилмоқда. EDGE ва GPRS янги радио протоколлари TDMA радиоканалининг стандарт схемаси устига ўрнатилади. Аммо, TDMAнинг физик даражаси радиоканалда анча такомиллаштирилади, ташувчининг лойиҳаси 200КГцга қадар кенгайтирилади, модуляциянинг янги методи жорий этилади, у 64 КБит/с тезлик билан 1 слотда узатишни таъминлайди. EDGE - технологиялар базасидаги тармоқнинг умумий унумдорлиги радио киришнинг локал тармоғи шароитида 520 КБит/с га етади. GPRS пакетли узатиш хизмати GSM радио тармоғида мантикий каналларни, виртуал каналлар ва протокол хизматларини ўрнатиш/узиш механизмларини амалга оширади, бундан мақсад X. 25 ва IP типдаги пакетлар коммутацияси тармоқлари транспорт протоколларини қўллаб-қувватлашдир. Мобил тармоқ мижози, GPRS дан фойдаланиб X. 25 ёки IP тармоғи орқали олисдаги Web-серверга ёки тармоқнинг хост-машинасига уланиши мумкинки, бундан мақсад турли амалий вазифаларни бажаришдир. Бунда, амалдаги GSM-тармоқлар инфраструктураси ўзгармай қолаверади, лекин пакетли коммутация/радио пакетлар коммутаторлари узеллари қўшимча тарзда киритилади.

4.3. УЧИНЧИ АВЛОД СИСТЕМАЛАРИГА УТИШ ЙЎЛЛАРИНИНГ ҚИСКАЧА ТАҲЛИЛИ

Янги технологияларни ривожлантириш ва жорий этилишининг уч стратегияси

Бир-бири билан рақобат қилаётган TDMA ва CDMA технологиялари негиздаги мавжуд ва янги технологиялар тараққиёти тенденцияларини таҳлил этиш шуни кўрсатмоқдаки, 3 авлод системаларини қуришга турлича ёндашувлар бор.

Иккинчи авлодга мансуб мавжуд системаларнинг таҳлили шундан далолат бермоқдаки, улар бир-бири билан чиқишмайди. Жаҳондаги 3 та йирик минтақанинг ҳар бирида, яъни Шимолий Америка, Европа ва Осиёда 3-авлодга мансуб ҳаракатдаги алоқа системаларига ўтишда турлича технологиялар ва йўллардан фойдаланилмоқда. Бунинг устига, ҳар бир минтақанинг ичидаги айрим мамлакатлар сайёр алоқани яратиш ва жорий этишда турлича ёндашувлардан фойдаланилмоқдалар.

Иккинчи авлод системалари ажратиб қўйилган частота диапазони доирасида ўтказиш қобилиятини ва хизмат турларини кўпайтириб беришда чекланган имкониятларга эгадирлар. Спекторни қўшимча кенгайтирмай, ушбу системалар сифимини оширишга фақатгина ярим тезлик каналлари (GSM)га ўтиш, кўп спекторли антенналарни қўллаш ёки модуляциянинг спектрал-самарали методлари (8PSK ва бошқалар)дан фойдаланиш эвазига эришилади.

Равшанки, турли тусдаги тармоқларнинг бу қадар кўплиги уларни мувофиқлаштириб туришни қийинлаштиради.

Ўтказилган тадқиқотлар шундан далолат бериб турибдики, IMT-2000 концепцияси GSM, IS-136, IS-95 сингари мавжуд рақамли стандартларни такомиллаштириш йўли билан ҳам, W-CDMAдан фойдаланишга асосланган, моҳият эътибори билан янги технологияларни жорий этиш йўли билан ҳам амалга ошириш мумкин.

Шундай қилиб, IMT-2000 концепцияси доирасида 3-авлодга мансуб кўчма (сайёр) алоқа системалари тараққиётининг 3 та асосий йўналишини ажратиб кўрсатиш мумкин:

- TDMA технологияси негизда эволюция (GSM, IS-136, DECT стандартларнинг янги версиялари);
- CDMA технологияси негизда эволюция (IS-95 стандарти ва унинг модификациялари);
- W-CDMA технологияси негизда янги стандартларнинг лойиҳалари.

GSM стандарти негизида янги технологиялар

Маълумотларни узатишнинг замонавий GSM тармоқлари тезлиги гасдир (9.6 кбит/с,) маршрутлаштириш эса PSTN/ISDN тармоғи орқали амалга ошириладики, бу фойдаланувчилар учун муайян ноқулайликларни юзага келтиради.

Модемдан фойдаланилганида улаш учун кетадиган вақт қарийб 20 секундир. Дарҳақиқат, каналдан аслида қанча вақт фойдаланилганига қараб эмас, улаш вақти учун олинади. Узатилаётган қисқа хабарларнинг (SMS хизмати) давомийлиги (узунлиги)га келсак, у одатда қаттиқ чеклаб қўйилгандир. Бу омиллар шундан далолат берадики, GSMнинг мавжуд стандарти доирасида IMT-2000 талабларига жавоб бериши мумкин эмас.

Ҳозирги вақтда GSM технология негизида системани такомиллашнинг 3 та асосий йўли белгиланди:

- HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) каналлари коммутацияси билан маълумотларни юксак тезликда узатиш
- GPRS (General Packet Radio Service) пакетли радио узатишнинг умумийлашган хизматлари
- EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) радиокириш системаси.

HSCSD технологияси ISDN каналларидан фойдаланишга асосланган ва коммутацияланган канал орқали маълумотларни 64 Кбит/с тезликда узатишни таъминлайди. Уни 1999 йилда амалга ошириш мўлжалланган эди.

GPRS маълумотларни узатиш хизмати

GSM стандарти доирасида яратилаётган GPRS маълумотларини узатишнинг янги хизматидан фойдаланилганида янада кенгроқ қўламадаги имкониятларни рўёбга чиқариш мумкин, GPRS хизмати ахборотни 128 Кбит/с тезликгача узатишни таъминлайди.

GPRS хизматларини 3 босқичда GPRS1, GPRS2, GPRS3 босқичларида 2000-2005 йилларда амалга ошириш режалаштирилмоқда.

Система чапдастлигини таъминлаш ва унинг ўтказиш қобилиятини ошириш мақсадида GPRSда маълумотларни кодлаштиришнинг 4 та схемаси, яъни: CS1 ... CS4 таклиф этилмоқда.

Биринчи CS1 схемаси ҳар қандай шароитда уланишга кафолат беради ва сигнализация ва қисқа хабарларни узатиш учун қулайроқдир. Иккинчи CS2 схемаси тармоқнинг сифимини кўпайтиришга имкон бе-

ради. Кодлаштиришнинг бошқа иккита схемаси узатишнинг энг юксак тезлигини таъминлайди, аммо буни амалга ошириш учун Abis-интерфейсни қайта ишлаш зарур.

Уянинг сигими кўрсатилаётган хизматлар турига боғлиқ. Ана шундай боғлиқлик 4.2-жадвалда кўрсатилган.

4.2-жадвал. GPRS технологиясидан фойдаланилганида уя сигимининг хизматлар турига боғлиқлиги

Хизматлар тури	ЧННдаги мижозга маълумотлар хажми	Уядаги мижозлар сони
Қисқа хабарлар	0,1	100 000
Телематик хизматлар	1	10 000
Электрон почта	10	1000
Internet	100	100
Мультимедиа хизматлари	1000	10

GSM стандартини ривожлантириш концепцияси

Пакетли коммутация билан биргаликда кенг полосали радиокириш системасини IMT-2000 доирасида жорий этиш мўлжалланмоқда. EDGE системасидаги узатишнинг юксакроқ тезлигига 200 КГц полосасида узатилаётган спектрал-самарали фазали модуляция (8PSK)дан фойдаланиб таъминланади.

EDGE системаси спекторидан фойдаланиш самарадорлиги GPRS дагига нисбатан 2-3 баробар кўпдир.

EDGE системаси бошқа хизматлар билан чиқиша олади.

Радио линияда фойдаланилаётган модуляция типини автоматик билиб олиш, талаб этилаётган режимга автоматик ўтиш имконияти - буларнинг бари янги имкониятлардир. 600 КГц полосасида EDGE системаси ёйилаётганида (1/3 частоталаридан такроран фойдаланиш модели) ҳар бир уяга 0,45 бит/Гц дан кўпроқ спектрал - самарадорлик таъминланиши мумкин.

EDGE ва W-CDMA технологияларининг қиёсий характеристикаси 4.3-жадвалда кўрсатилган.

**4.3-жадвал. EDGE ва W-CDMA технологияларининг
қиёсий характеристикаси**

Кўрсаткич	EDGE технологияси	W-CDMA технологияси
Қоплашнинг локал зоналарида юқори мобилликда фойдаланувчилар учун ахборот узатиш тезлиги	128 КБит	384 КБит
Қоплашнинг кенг зоналарида паст мобилликда фойдаланувчилар учун ахборот узатиш тезлиги	384 КБит	2048 КБит
Частоталарнинг фойдаланилаётган диапазонлари	Амалдаги 900 МГц, 1800 МГц, 1900 МГцли диапазонлар	2 ГГц частоталарининг янги диапазони ёки амалдаги диапазонларда спектрнинг кенг участкалари
Канал полосасининг кенглиги	200 КГц (TDMA)	5 МГц (W-CDMA)
Нутқ узатишдаги қувват (13 КБит/с)	1 Вт (макс.)	125 мВт

EDGE системасида канал интервалига узатиш тезлиги 11,2-69,2 КБит/с (кодлаштиришдан кейин эса 22,6-69,2 КБит/с)га баробар. Ҳар бир ташувчига тўғри келадиган энг кўп тезлик - 553,6 КБит/сга баробар.

Шу муносабат билан таъкидлаш зарурки, EDGE стандарти интеграциялашган TDMA технологиясини яратиш учун пойдевордир, бу технология GSM ва AMPS дан 3-авлод имкониятларига оҳишта ўтишни таъминлайди. EDGE стандарти SMG ETSI гуруҳи томонидан ишлаб чиқилмоқда.

D-AMPS (IS-136) системасини ривожлантириш концепцияси

АҚШда 3-авлодга мансуб системаларни қуришнинг бир қанча вариантлари кўзда тутилган, бу вариантлар мавжуд технологияларнинг эволюцион тараққиёти билан чамбарчас боғлангандир. Шу тақлифлардан бири D-AMPS (IS-136) системасини такомиллаштиришга асослангандир.

IS-136 стандарти негизда янги авлод системасини қуришнинг концепцияси UWC-136 RTT (Universal Wireless Communications-136) стандарти лойиҳасида баён этилган, бу лойиҳани TR-45.3 (АҚШ) техникавий кичик комитет таклиф этган. UWC-136 RTT стандартида DAMPS системасини такомиллаштиришнинг уч босқичи назарда тутилган:

- IS-136/136+(30 КГц канали полосасини кенгайтирмай);
- IS-136 HS (Outdoor/Vehicular) - канал полосасининг кенглиги 200 КГц;
- IS-136 HS (indoor office) канал кенглиги 1,6 МГц.

GSMда EDGE радиоқиришининг янги технологияси жорий этилишига ўхшаб, D-AMPSда аста-секин 136 HS технологияси жорий этилмоқда. W-CDMA NA лойиҳасини ишлаб чиққан Шимолий Америкадаги UWC консорциуми EIA/TIA кичик комитетлари доирасида IS-136 стандартини ривожлантирмоқда. WC-136 RTT стандарти учта версияси учун асосий характеристикалар 4.4-жадвалида келтирилган.

Стандартнинг барча тақдим этилган учта версияси модуляциянинг спектрал-самарали методларидан фойдаланишга асослангандир, лекин битта каналнинг полосаси кенглигига қараб ва модуляциянинг фойдаланаётган турига қараб фарқ қиладилар.

Стандартнинг биринчи версияси - IS-136/136+ саккизпозицияли фазали модуляция - 8PSK негизда амалга оширилади, бошқа иккитасида эса, QOQAM нинг тўртламчи силжиши билан квадратурали, амплитудали модуляция ёки BOQAMнинг иккиламчи силжиши билан квадратурали амплитудали модуляция ишлатилади. Модуляциянинг янги турлари QAMга нисбатан бурилма диапазонининг камроқ ўзгаришини таъминлайди, узатгич чиқиш каскадининг линиялилигига бир қадар юмшоқроқ талаблар қўяди. Чиқиш оқимида маълумотлар тахминан бир хил бўлганида, IS-136 HS стандартида фойдаланилаётган модуляциянинг турли методлари таққосланиши 4.5-жадвалда кўрсатилган.

UWC-136 RTT нинг таклиф этилаётган концепцияси жуда чапдастдир ва фойдаланувчиларнинг турли талабларига ва эксплуатация шароитларига мослашишга имкон беради, чунки код тезликлари, модуляция методлари ва канал интерваллари сонларининг турли комбинацияларидан фойдаланилган. Бу кодлаштиришнинг чапдаст схемаси эвазига таъминланади, QOQAM модуляциясидан фойдаланилганидаги кодлаштириш параметрлари 4.6-жадвалда кўрсатилган. Ўрама кодлаштиришдан кейин маълумотлар оқими икки гуруҳга бўлиниб, улар O-класс ва 1-класс, деб аталади. Шундан кейин тезликларни келишиб олиш операцияси амалга оширилади, бу операция битимларни вақти-вақти билан мустасно этишга асосланган (4.6-жадвалга қаранг).

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

245

4.4-жадвал. UWC-136 RTT стандарти лойиҳаси учта версиясининг қиёсий характеристикаси.

Лойиҳа номи	IS-136 / 136+	IS-136HS (Outdoor/Vehicula)	IS-136 HS (Indoor)
Системаларни ёйиш учун талаб этиладиган частоталарнинг энг кам полосаси	90 КГц x 2 (1 пункт, 3 секторли антенна)	3 x 200 КГц=600 КГц (частоталардан қайта фойдаланиш коэффициенти 1/3)	1,6 МГц – TDD 2 x 1,6 МГц – FDD
Кириш методи/ дуплекслаштиришнинг схемаси	TDMA / FDD	TDMA / FDD	TDMA / FDD TDMA / TDD
Канални етказиш	30 КГц	200 КГц	1600 КГц
Модуляция	n/4 DQPSK (136)QPSK (136+)8PSK (136+)	QOQAM BOQAM GMSK	QOQAM BOQAM
Узатиш тезлиги, КБит/с	9,6 19,2 28,8	ECS-4 - 65,2 ECS-3 - 48,0 ECS-2 - 41,0 ECS-1 - 33,0	
Радиоканалдаги узатиш тезлиги, КБит/с	48,6	722,2 (QOQAM), 361,1 (BOQAM), 270,8 (GMSK)	5200,0 (QOQAM) 2600,0 (BOQAM)
Кадр узунлиги	40 мс (1944 бит, QPSK) 40 мс (2832 бит, 8PSK)	4,6 мс	4,615 мс
Кадрга тўғри келадиган вақт интерваллари сони	6	576,92 мксдан 8 та	72 мксдан 64 та, 288 мксдан 16 та
Мобил станциянинг қуввати	36 дБм-класс 132 дБм-класс 228 дБм-класс 3,4	29,6 дБм (QOQAM) 29,3 дБм (BOQAM) 30 дБм (GMSK)	28 дБм (0,6 Вт)
Қувватни бошқариш қадами	4 дБ	4 дБ	0,5 – 4,0 дБ

4.5-жадвал. IS-136 HS стандартида фойдаланиладиган модуляция методларини таққослаш

Модуляция методи	QOQAM	BOQAM	GMSK
Узатиш тезлиги, КБит/с	361	361	270
Битлар сони/каналли интервал	2	1	1
Битлар сони/ташувчи	326	162	114
Узатиш тезлиги/каналли интервал, КБит/с	62,2	32,4	22,8
Узатиш тезлиги/ташувчи, КБит/с	521,6	259,2	182,4

4.6-жадвал. QOQAM-модуляцияда кодлаштириш параметрлари

Кодлаштириш схемаси	ECS-4		ECS-3b		ECS-3		ECS-2		ECS-1	
Радиоканалдаги тезлик, КБит/с	65,2		54,7		48,0		41,0		33,0	
Блокдаги Битнинг кириш оқими, 20 мс.	1304		1094		960		820		660	
Ўрама кодлаштириш тезлиги	-		1/2		1/2		1/2		1/3	
Охирги Битлар сони (fail bits)	-		6		6		6		6	
0-классдаги Битлар сони/1-класс	652	652	1042	1158	892	1024	712	940	774	1224
Тезликлар келишиб олинганидан сўнг қолган сон	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652
Битлар чиқиш оқими	1304		1304		1304		1304		1304	

Internet тармоғига хос бўлган ассиметрик трафик «паст ва юқори» линияли канал интерваллари турли миқдорини ажратиш йўли билан амалга оширилиши мумкин. Биринчи босқичда хизматларни канал поласи кенглиги ўзгариб турадиган (30 КГц/200 КГц) В классдаги 2 режимли радиотелефонлар ёрдамида таъминлаш мўлжалланмоқда.

IS-95 стандарти базасида 2-авлод системаларининг эволюцияси

CDMA-2000 стандарти лойиҳаси сингари янги стандартларни ишлаб чиқиш билан бир қаторда IMT-2000 доирасида Qualcomm компанияси IS-95 стандарти базасида эволюцион технологияларни фаол жорий этмоқда.

Ана шундай таклифлардан бири CDMA бир қанча каналларини бирлаштиришга асосланган бўлиб ушбу каналлар тўғри йўналишда, яъни базавий станциядан мобил станцияга қараб уюштирилади, бу эса узатиш тезлигини 28,8 КБит/с ($2 \times 14,4$ КБит/с)дан то 57,6 КБит/с ($4 \times 14,4$ КБит/с) гача оширишга имкон беради. Бу вариант трафик ўзгаришининг ассиметрик қонуни билан яхши мос тушади.

IS-95B стандарти версияси янги имкониятларни тақдим этади, булар қуйидагича:

- 9,6 КБит/с ли 8 CDMA каналларини бирлаштириш йўли билан тезлики 76,8 КБит/с гача ошириш ёки 14,4 КБит/сли 8 канални бирлаштириш йўли билан тезликни 115 КБит/с гача ошириш;

- Қувватни назорат қилиш аниқлигини 0,25 дБгача ошириш;

- Нуфузли кириш каналларини ва шу кабиларни жорий қилиш;

IS-95C стандартининг яна ҳам такомиллашган версияси CDMA системасининг частота самарадорлигини ва сигимини оширишга қаратилган. Бу таклиф квадратурали канални жорий этишга асосланган бўлиб, бу канал орқали сигналларнинг тўла кодли дастаси ансамбли, яъни Уолшнинг 64 кодини узатиш мумкинки, синфаз каналида ҳам шунча сигнал узатилади.

Мазкур ўзгаришга қарамай, система IS-95A ва IS-95B стандартлар билан тескари чиқишувни сақлаб қолаверади ва 1,25 МГц га тенг бўлган частоталарнинг илгари ғолосасини эгаллайди. Стандартнинг бундан илгари версияларига нисбатан спектордан фойдаланиш самараси 1,5-2 баробар ортади. Мўлжалланилаётган такомиллаштиришлар терминал энергия таъминотини қисқартиришга имкон беради.

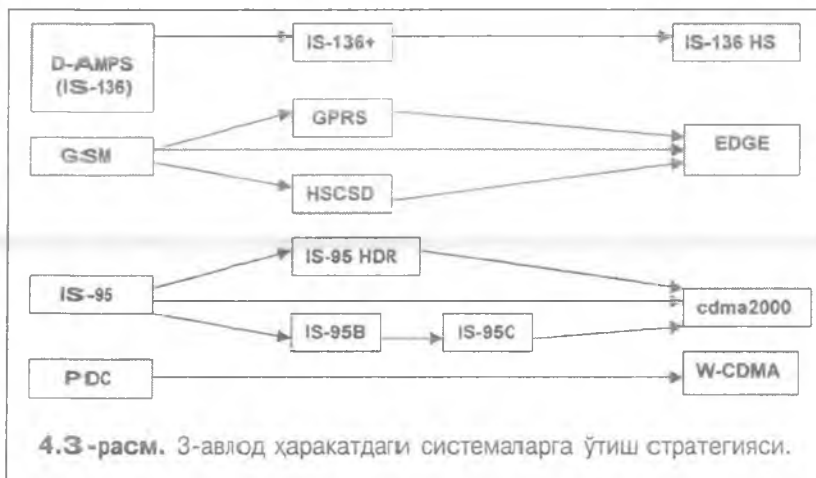
Бундан ташқари, IS-95 HDR стандартининг модификацияси ишлаб чиқилмоқда, бу эса стандартнинг маълумотларни юқори тезликда узатиш имкониятларини кенгайтириши керак. Янги версия тескари каналда анча паст тезлик бўлганида, тўғри каналда 1 МБит/с дан каттароқ тезликда маълумотларни узатувчи канални ташкил этишга имкон беради. IS-95 HDR тақдим этадиган имкониятлар биринчи навбатда маълумотларни узатиш тармоқларининг ассиметрик трафигига мўлжаллан-

гандир. IS-95 C ва IS-95 HDR ни биргаликда фойдаланиш мавжуд системалар характеристикаларни 3-авлод талабларига яқинлаштириш имконини беради.

Тақдим этилаётган такомиллаштиришлар системаларнинг ҳозирги авлоди ишга қодирлик муддатини бир қадар узайтирса-да, лекин IS-95 радиоинтерфейсида мавжуд бўлган чеклашлар IMT-2000 нинг барча талабларини бажаришга имкон бермайди.

CDMA технологиясининг бундан буёнги ривожланиши IMT-2000 тармоқлари оиласини бунёд этиш доирасида содир бўлади. CDMA-2000 лойиҳасида тақдим этилаётган CDMA (MC-CDMA)нинг кўп частотали варианти фойдаланувчиларга хизматлар кўрсатиш имкониятининг катталиги ва яхшироқ характеристикалари билан афзал бўлади.

3-авлод системаларига ўтишнинг 2 стратегияси бўлиши мумкин, шулардан бири радиоинтерфейс характеристикаларини тадрижий такомиллаштиришга асосланган бўлиб, системаларнинг тескари чиқишуви таъминланади. Иккинчи стратегия эса, янги технология яратишга асослангандир. Ана шу икки ёндашувнинг 2-авлод кўчма алоқа системаларига қўлланилиши 4.3-расмда кўрсатилган.



ХУЛОСА

Шундай қилиб, биз алоқани ташкил этишнинг асосий принциплари, системаларни лойиҳалаш масалаларини, шунингдек, уяли алоқа тараққиётининг истиқболини кўриб чиқдик.

Уяли алоқа - мобил алоқадир. У мижознинг ҳаракат қилишини чекламайди. Бу - фойдаланувчига қулайдир, бу - ҳаётнинг ҳозирги шитобли маромида унинг талабларига жавоб беради, ахборотнинг қадри кўтарилган ва уни, яъни ахборотни ўз вақтида олиш ниҳоятда долзарб бўлган ҳозирги даврда, такрор айтганимизки, унинг қадри баланддир. Бундан ташқари, уяли алоқа замонавий симли телефон алоқасига хос бўлган хизматнинг барча турларини тақдим этади, яна бир муҳим жиҳати шундаки, бундай хизматларни фойдаланувчи ўзи учун қулай ва одатий бўлган шаклда, муқим телефон тармоғига бевосита чиқиш билан олади. Ҳаракатдаги алоқанинг бошқа турлари сифатнинг ана шу туркумидан маҳрумдир. Дарҳақиқат, транк алоқа хизматлар туркуми жиҳатидан уяли алоқага нисбатан арзонроқ бўлса-да, лекин камбағалдир. Пейджинг ўз имкониятларига кўра уяли алоқага нисбатан яна ҳам пастроқ босқичда туради, у телефонга нисбатан кўпроқ телеграфга ўхшаб кетади, мобил йўлдош алоқаси хизматларнинг туркуми ва сифати жиҳатидан уяли алоқага ниҳоятда яқиндир, аммо, биринчидан йўлдош алоқа ҳозирча йўқ, иккинчидан эса у анча қимматга тушади. Симсиз телефоннинг ҳамма жиҳатлари яхши, лекин у мижозларнинг ҳаракатини чеклаб қўяди, шу жиҳати билан у уяли алоқага ютқизиб қўйган.

Японияда PHS системасини ёйиш учун имкониятлар бор, лекин бундай имкониятлар ҳамма жойда ҳам мавжуд эмас. Уяли алоқанинг ўзига хос хусусиятлари шундаки, у узлуксиз ривожланиб, такомиллашиб бормоқда. Ҳозир бундай алоқа, бундан беш ёки ўн йил илгаригисидан тубдан фарқ қилади, фақат яна беш-ўн йил ўтганидан кейин ҳозиргисига мутлақо ўхшамай қолади. Ҳозирнинг ўзидаёқ мобил алоқа ҳар хил турларининг интеграцияси муаммоси кун тартибига қўйилган ва аслида мобил алоқа муқим (симли) алоқа билан рақобатга кирган. Уяли алоқа ўз характеристикалари ва имкониятларига кўра ноёбдир ва унинг муваффақиятлари сира-сира тасодифий эмас. Боз устига, ишонч билан айтиш мумкинки, мобил алоқа бундан буён ҳам муваффақиятли ривожланаверади.

Ўзбекистон Республикасида уяли алоқанинг равнақи иқтисодий-тимизнинг бозор муносабатлари йўлига ўтишида ҳамроҳгина бўлиб қолмай, шу ўтишни акс эттирибгина қолмай иқтисодий тараққиётга фаол ёрдам бермоқда, яъни оператив алоқанинг самарали имкониятини тақ-

дим этмоқда, бу имконият эса, бугунги шиддат билан ўзгариб бораётган шароитда, мазкур шароит тез ва кўпинча қутилмаган ўзгаришга рўбарў бўлаётганида, ниҳоятда зарур ва қадрлидир.

Ушбу ўқув қўлланмаси алоқани ташкил этиш принциплари ва уяли системаларни лойиҳалаштириш негизларига бағишланган, махсус адабиётнинг кам-кўстини тўлдиришга қаратилгандир, шунингдек, бу қўлланма «Ўздунробита» қўшма корхонаси ўқув марказларида малакали кадрлар тайёрлаш ва қайта тайёрлашда ҳам фойдали бўлади, деб ўйлаймиз. Бундан ташқари мазкур китоб Ўзбекистонда уяли алоқани ривожлантириш ва оммавийлаштиришга муаллифлар қўшган ҳисса бўлади, деб умид қиламиз.

Ҳозирча уяли алоқа нуфузли тоифага хизмат қилаётган бўлса ҳам, лекин жаҳон тажрибаси шундан далолат бериб турибдики, бамисоли тоғ шалоласидек ривожланиб бораётган радио алоқанинг бу тури шиддат билан кўламлироқ бозорга, кейин эса ялли бозорга чиқади. Ўзбекистонда ҳам уяли алоқа муқаррар тарзда оммавий алоқага айланади. Бунинг учун фақат 3 омил зарурдир: булар сирасига вақт, мамлакатдаги барқарорлик ва иқтисодий вазият киради.

Тараққиётнинг танланган йўли шундан далолат бермоқдаки, сўнги икки омилнинг мавжуд бўлишига давлатнинг ўзи кафолат берапти.

АТАМАЛАР ВА ҚИСҚАРТМАЛАР ЛУФАТИ

16QAM		16-даражали квадратурали амплитудали модуляция
8 PSK	8-Phase -Shift Keying	8-позицияли фазали манипуляция
AC	Authentication center	Аутентификация маркази
ACA	Adaptive channel allocation	Каналларни адаптив тақсимлаш
ACELP	Algebraic Code-Excited Linear Predictive	Алгебраик кодли кўзгатиш билан линияли олдиндан айтиб бериш. Олинган маълумотларни алгебраик кодлашдан фойдаланадиган вокодернинг янги типи. EVR вокодерининг характеристикаси IS-641A стандарти билан белгиланади
AMPS	Advanced Mobile Phone Service	Тақомиллаштирилган мобиль телефон хизмати
ANSI	American National Standards Institute	Американинг миллий стандартлар институти
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses	Радиосаноат ва бизнес уюшмаси (Япония)
ARQ	Automatic repeat request	Қайтадан сўров
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Узатишнинг асинхрон методи
BCCH	Broadcast Control Channel	Бошқарувнинг кенг қамровли эшиттириш канали
B-CDMA	Broadband CDMA	Samsung компаниясининг каналлари-ни кодли тақсимлаш билан кенг полосали системаси версияси
BCH	Broadcast Channel	Кенг қамровли эшиттириш канали
B-ISDN	Broadband Integrated Services Digital Network	Интеграл хизмат кўрсатишнинг кенг полосали рақамли тармоғи
BPSK	Binary phase shift keying	Иккиламчи (бинар) фазали манипуляция
BSC	Base station Controller	Базавий станциянинг контроллери

BSIC	Base station identity code	Базавий станция идентификаторининг коди
C/I	Carrier-to-interference ratio	Сигнал/халақит муносабати
Call Waiting		Чақирувни кутиш
CCH	Control Channel	Бошқарув канали
CCITT	Consultative Committee for International Telegraphy and Telephone	Телеграфия ва телефония бўйича халқаро маслаҳат комитети (МККТТ)
CDMA	Code Division Multiple Access	Каналлар кодли бўлиниши билан кўп станцияли кириш методи
CDVCC	Coded digital verification color code	Туснинг кодлаштирилган рақамли коди
Cell		Уя
CS	Cell Site	Уя позицияси - Бир жойда ўрнатилган базавий станциялар мажмуи (кўпинча базавий станциянинг синоними сифатида ишлатилади)
D-AMPS	Digital AMPS	Рақамли AMPS (AMPS билан чиқариладиган 2-авлодга мансуб уяли алоқа стандарти)
DCS	Digital Cellular System	Уяли алоқанинг рақамли системаси. 1710-1783 ва 1805-1880 МГц частоталар диапазонида ишлайдиган GSM системасининг варианты
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunication	ETSI тақлиф этган симсиз кириши системасининг стандарти Частоталар диапазони 1,88-1,98 МГц
DS-CDMA	Direct Sequence CDMA	Каналларни кодли бўлиши ва спектрни тўғридан-тўғри кенгайтириш билан кўп станцияли кириш
DSP	Digital Signal Processor	Рақамли сигнал процессори
EDGE	Enhanced Data for GSM Evolution	GSM станцияси эволюцияси жараёнида маълумотларни узатиш тезлигини ошириши. IMT-2000 даражасида яратилган пакетли коммутация билан кенг полосали кириш системаси

ESN	Electronic serial number	Электрон серияли рақам
ETSI	European Telecommunications Standard Institute	Алоқа бўйича стандартлар Европа институти. Кучма алоқа станциялари, шу жумладан GSM, DECT, TETRA... системалари бўйича бир қанча стандартлар ишлаб чиққан Европа ташкилоти
FCC	Federal Communication Commission (USA)	Алоқа федерал комиссияси (АҚШ)
FDD	Frequency Division Duplex	Частотали дуплекс бўлиш
FDMA	Frequency Division Multiple Access	Каналларни частотали бўлиш билан кўп станцияли кириш методи
FEC	Forward Error Correction	Хатоларни тўғридан-тўғри тузатиш (такрор узатмасдан)
FH	Frequency hopping	Частотанинг сакраши
FPLMTS	Future Public Land Mobile Telecommunications System	Умумий фойдаланишдаги мобил алоқанинг қуруқликдаги истиқболли системаси (Янги номи: IMT-2000)
FSK	Frequency Shift keying	Частотали манипуляция
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying	Энг кам силжиш билан Гаусс манипуляцияси
GSM	Global System for Mobile Communications	2-авлодга мансуб уяли алоқанинг рақамли системаси. Системанинг 3 модификацияси ишлаб чиқилган: GSM-900, DCS-1800, PCS - 1900
Handover / Handoff		Битта базавий станция турли секторлари ўртасида ёки уяли системанинг турли базавий станциялари ўртасида каналларни қайта улаш жараёни (Хизмат кўрсатишни узатиш)
HLR	Home location register	Хонадон регистри (Маъмур системада рўйхатдан ўтган мижозлар тўғрисида маълумотлар базаси)

IMSI	International mobile subscriber identity	Мобил алоқа мижозининг халқаро идентификатори
IMT-2000	International Mobile Telecommunications-2000	3-авлодга мансуб қўчма алоқа системаларини яратишнинг халқаро дастури. 2000 рақами рамзий маънода фойдаланадиган диапазонни ва назарда тутилаётган жорий этиш йилини кўрсатади (аввалги номи FPLMTS)
IN	Intelligent Network	Интеллектуал тармоқ
IS-95	Intermediate Standard-95	Qualcomm компанияси ишлаб чиққан ва МСЭ томонидан 1994 йилда маъқулланган каналларни кодли бўлиши билан уяли алоқа системасининг стандарти
ISDN	Integrated Services Digital Network	Интеграл хизмат кўрсатишнинг рақамли тармоғи
ISO	International Standards Organization	Халқаро стандартлар ташкилоти
ITU	International Telecommunications Union	Электр алоқа халқаро иттифоқи, МСЭ
ITU-R	International Telecommunications Union-Radio Sector	Электр алоқа халқаро иттифоқи - радио алоқа сектори
JDC	Japanise Digital Cellular	PDC стандартнинг илгариги номи
LAC	Link Access Control	Каналга киришни бошқариш
LCD	Long Constrained Data	Чекланган ушлаб қолиш билан маълумотлар. Каналлар коммутацияси билан маълумотларни узатиш хизматлари классификацияси. Бунда тармоқда чекланган ушлаб қолишга йўл қўйилмади. ITU тавсияларига биноан, М.1225 га узатиш каналларининг 3 типли ажратилган (Яна LDD ва UDD га қаранг)

LDD	Low Delay Data	Кам ушлаб қолишлар билан маълумотлар. Каналлар коммутацияси билан маълумотларни узатиш классси, бунда тармоқда кичик ушлаб қолишга йўл қўйилади (Яна LDD ва UDD га қаранг).
LEO	Low Earth Orbit	Ер атрофида паст орбита. Баландлиги 500 км.дан 2000 км.гача ва айланиши даври 1-1.5 соат бўйича айланма орбита
L-PCH		Мантиқий пейзажнинг канали
MAC	Media Access Control	Муҳитга киришни бошқариш
MAHO	Mobil Assisted Handoff	Мобиль станция ёрдамидаги Хэндовер. Мобиль станцияда бажариладиган сигнал даражасини ўлчашда асосланган хэндоверни рўйбга чиқариш методи (Мобиль станцияга ўлчовлар натижаси тўғрисида ҳисобот юбориб туради)
MCC	Mobil Country Code	Мобиль станциялар учун мамлакат коди (GSM, TETRA учун) МСЭда стандартлаштирилган (E.212 тавсия)
Mcps	Megachip per second	Мчип/с (секундига мегачип)
MEO	Medium Earth Orbit	Ўртача баландликдаги орбита. Ван Алленнинг биринчи ва иккинчи белбоғлари ўртасида жойланган орбита, яъни 5000 км. дан то 15.000 км.гача диапазонда
MIL	Multi-Stage Interliving	Кўпқадамли аралашув
MOS	Mean Opinion Score	Нутқнинг (тиниқ)лигига ўртача баҳо (беш балли шкала бўйича)
MTSO	Mobile telephone switching office	Коммутация маркази
NMT	Nordic mobile telephone	Шимоллий мамлакатлар мобил телефони (уяли алоқа стандартлари)

OCQPSK	Orthogonal Complex QPSK	Ортогонал комплекс квадратурали фазали манипуляция
ODMA	Opportunity Driven Multiple Access	Бошқарув имкониятлари бўлган кўп каналли кириш. Маълумотларни ретрансляция қилишнинг янги протоколи, бунда фалак ретрансляция узеллари орқали мобил станциялар ўртасида тўғридан тўғри ретрансляция имконияти таъминланади (ажратилган муҳит ретрансляторлар ёки мобил станция - ретрансляторлар)
OQPSK	Offset Quadrature	Квадратурали фазали манипуляция, Phase-Shift Keying силжиш билан
OTD	Orthogonal Transmit	Узатишда ортогонал ёйиш. OTD Diversity методи кириш мунтазамлиги (кетма-кетлиги)ни битнинг икки оқимига бўлиб юборишга асосланган, бу битларнинг ҳар бири алоҳида-алоҳида ортогонал мунтазамликдан фойдаланиб, антенналарнинг бири орқали узатилади.
PCH	Paging Channel	Пейжинг канали
PCS	Personal Communications Service	Пейжинг канали шахсий алоқа хизмати (АҚШ стандарти)
PCS-1900	Personal Communications System	1850-1910 МГц ва 1930-1990 МГц частоталар диапазони учун GSM негизидаги АҚШ стандарти
PDC	Personal Digital Cellular	800 ва 1500 МГц диапазонидаги кўчма алоқанинг Япония стандарти (илгариги номи JDC)
PHS	Personal HandyPhone system	Япониядаги симсиз кириш системасининг рақамли стандарти
PSDN	Packet Switched Data Network	Пакетлар коммутацияси билан маълумотларни узатиш тармоғи
PSTN	Public Switched Telephone Network	Умум фойдаланишдаги коммутациялашган телефон тармоғи

УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

257

QAM	Quadrature Amplitude Modulation	Квадратурали амплитудали модуляция (қаранг: BQAM, QOQAM)
QOQAM	Quaternary Offset Quaadrature Amplitude	Тўртламчи аралаштириш билан квадратурали амплитудали модуляция (IS-136 HS системасида ишлатилади)
QPSK	Quadrature Phase-Shift Keying	Квадратурали фазали манипуляция
RACH	Random Access Channel	Ўз-ўзидан кириш канали
R-GSM		876,2 («Юқорига») ва 921.2 МГц («пастга») диапазонда ишлайдиган Европа темир йўл системаси учун GSM протоколи. Гуруҳли чақирув ва кенг қўламдаги узатиш режими назарда тутилган
RRC	Root Raised Cosine	«Кўтариб қўйилган косинус» (модулланиладиган импульслар шаклини текислаш қонуни тўғрисида)
RTT	Radio Transmission Technology	Радиоузатиш технологияси; радио орқали кириш технологияси
SACCH	Slow Associated Control Channel	Тезлиги паст, қўшилган бошқарув канали
SAT RTT		ТТА (Жанубий Корея) таклиф этган 49 Кадан орбитал гуруҳи билан йўлдош системаси лойиҳаси номи: узатиш тезлиги 9,6 кбит/С дан то 144 кбит/с гача ўзгаради
SDCCH	Stand-alone Dedicated	Автоном, ажратилган бошқарув Control Channel канали
SIM	Subscriber Identity	Мижозларни идентификациялаш Module модули (SIM карта)
SIR	Signal Interference Ratio	Сигнал/халақит нисбати
SMS	Short Message Service	Қисқа хабарлар хизмати
TD-CDMA	Time Division CDMA	CDMA/TDMA гибрид технологияси (3-авлодга мансуб системани куришининг икки вариантыдан бири)
TDD	Time Division Duplex	Вақтинчалик дуплекс бўлиш

TDM	Time Division Multiplexing	Каналларни вақтинчалик бўлиш
TDMA	Time Division Multiple Access	Каналларни вақтинчалик бўлиш билан кўп станцияли кириш методи
UMTS	Universal Mobile Telecommunications Systems	Универсал мобил телекоммуникация системаси
UPT	Universal Personal Telecommunications	Универсал шахсий алоқа. Ҳар бир мижозга шахсий номер ажратилади, шу номер орқали мижоз билан, у қаерда эканлигидан қатъий назар, боғланиш мумкин
UTRA	UMTS Terrestrial Radio Access	Радиоинтерфейс стандарти лойиҳаси, бу лойиҳа UMTS системасига ер юзида радиокиришни таъминлайди.
UWCC	Universal Wireless Communications Consortium	Симсиз алоқа бўйича бутунжаҳон консорциуми
VAD	Voice activity detector	Нутқ фаоллиги детектори
VSELP	Vector-Sum Excited Linear Prediction	Ўз-ўзидан кўзғалиш билан векторли, линияли олдиндан айтиб бериш
W-CDMA	Wideband CDMA	1. Каналларни кодли бўлиш билан кенг полосали кўп станцияли кириш. 2. ARIB таклиф этган 3-авлодга мансуб система лойиҳасининг номи. Базавий чип тезлиги 4.096 Мчип/с, кадр узунлиги - 10 мс
BER	Bit Error Rate	Ҳар бир битга эҳтимол тутилган хатолар
CDM cdma2000	Code Division Multiplexing	Каналларни кодли бўлиш Qualcomm компаниясининг таклифларига суянадиган W-CDMA системасининг истиқболли стандарти. Базавий тезлик сифатида 3,6864 Мчип/с олинган, у CDMA one системасидаги тезликдан 3 баробар кўпдир. Бу тезлик Европа ва Японияда таклиф этилган тезликларга мос эмас

СССН	Common Control Channel Бошқарувнинг умумий канали
АДИКМ	Адаптив деференциал импульс-кодли модуляция
АЦП	Аналог рақамли ўзгартиргич (сигналларни аналогли шаклдан рақобатли шаклга ўзгантиради)
БС	Базавий станция
Каналларни динамик тақсимлаш	Халақит шароитга боғлиқ тарзда каналларнинг тармоқ ресурсларини тақсимлаш
Қаттиқ handoff / handover	Каналларни автоматик ўчириб ёқиш мижоз бир уядан иккинчи уяга ўтаётган лаҳзада алоқанинг қисқа муддатли узилиши бўлади. TDMA (GSM, D-AMPS) методидан фойдаланаётган уяли системаларнинг бир қанча системалари канални ўчириб ёқишни шу методи амалга оширилади. Алоқа узилиб, тикланаётганида мижознинг телефон гўшагида «типирлаш» пайдо бўлгандек туюлади. Гарчи, бир базавий станция билан алоқа тўхтатилиб, иккинчиси билан ҳали ўрнатилмаганида сўзлашув кўпроқ вақтга узилиб қолиши ҳам мумкин.
Идентификация	Кўчма станция (мижоз терминали) айнайти (бирдай деб билиш) таомили
ИКМ	Импульс - косинус модуляция
Трафик канали	Бир томонлама ёки икки томонлама маълумотлар айрибошлаш учун мўлжалланиб ажратилган канал
Мантикий канал	CDMA стандартларида алоқа ўрнатиш протоколлари. Мантикий каналлардан фойдаланишга асосланганки, бу каналлар тармоқ даражасидаги тенг ҳуқуқли объектлар ва пастроқдаги даражалардаги объектлар ўртасида ўзаро ҳамкорликни таъминлайди. Мантикий каналлар структураси узатилаётган ахборот тури билан белгиланади. Қиладиган хизматига боғлиқ тарзда улар бошқарув каналлари ва трафик каналларига ажратилади.
Макроячейка	Амал қилиш радиуси 1-35 км бўлган тармоқ ячейкаси
Микроячейка	Амал қилиш радиуси 35 кмдан кўп бўлган тармоқ ячейкаси
Юмшоқ Handover / handoff	Мижоз бир ячейкадан иккинчисига ўтаётганида каналда автоматик ўчириб ёқиш, бунда алоқанинг қисқа вақт узилиши содир бўлмайди

- Тескари канал** Мобил станциядан базавий станцияга алоқа канали
- Пикоячейка** Амал қилиш радиуси 100 м ва бундан ҳам кам бўлган тармоқ ячейкаси
- Тўғри канал** Базавий станциядан мобил станцияга алоқа канали
- Радио-интерфейс** Алоқа бирлашмалари ва ташкилотларини базавий ва мобил станциялар билан боғлаш тартибини белгилаб берадиган протоколлар ва таомиллар мажмуи. Радиоинтерфейс физик даражада ахборотни бошқариш ва узатиш механизмларини баён этади.
- Ромер** Роуминг хизматидан фойдаланаётган мижоз
- Роуминг** Бир коммутация системасининг амал қилиши зонасидан иккинчи зонага ўтаётганида мобил алоқа мижозига хизмат кўрсатиш таомили
- Трафик** Алоқа линияси орқали узатилаётган хабарлар мажмуи, ёки алоқа тармоғи хизмат қилаётган мижозлар талабларининг мажмуи
- Физик канал** Ахборот айрибошлаш таъминланаётган радиоканал ва бу радиоканалга код ва частота билан частотали бўлиш режими билан вақтинчалик бўлиш режимида эса код, частота ва канал интервали билан характерланиши.
- ЦАП** Рақамли-аналогли ўзгартиргич (сигналларни рақамли шаклдан аналогли шаклга ўзгартиргич)

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. **A.Mehrotra.** *Cellular Radio: Analog and Digital Systems.* Artech House Inc., 1994, p.p.460.
2. **William C.Y, Lee.** *Mobile Cellular Telecommunications: Analog and Digital Systems.* McGraw-Hill, Inc. 195, p.p. 664.
3. **Fuhr Z.C., P.T.Porter.** *Control Architecture.* Bell System Technical Journal. Jan. 1979.
4. **M.Mouly, M.B.Pautet.** *The GSM System for Mobile Communications.* 1992. p.p. 702.
5. **Ю.А. Громаков.** *Сотовые системы подвижной радиосвязи.* Технологии электронных коммуникаций. Том 48. "Эко-Трендз". Москва. 1994.
6. **A.Mehrotra.** *Cellular Radio: Analog and Digital Systems.* Artech House, Boston-London. 1994. p.p. 460.
7. **Ю.А. Громаков.** *Структура TDMA кадров и формирование сигналов в стандарте GSM.* "Электросвязь". N 10. 1993. с. 9-12.
8. **W.Heger.** *GSM vs. CDMA.* GSM Global System for Mobile Communications. Proceedings of the GSM Promotion Seminar 1994 GSM MoU Group in Cooperation with ETSI GSM Members. 15 December 1994. p.p. 3.1-1 – 3. 1-18.
9. **Ю.А.Громаков.** *Организация физических и логических каналов в стандарте GSM.* "Электросвязь". N 10, 1993. с.9-12.
10. **M.Mouly, M.B.Pautet.** *The GSM System for Mobile Communications.* 1992. p.p.702.
11. **A. Mehrotra.** *Cellular Radio Performance Engineering.* Artech House. 1994. p.p. 536.
12. **M.Mouly, M.B.Pautet.** *The GSM System for Mobile Communications.* 1992. p.p.701.
13. **A.Mehrotra.** *Cellular Radio Performance Engineering.* Artech House, Boston-London . 1994. p.p. 536.
14. **P.Vary.** *GSM Speech Codec.* Conference Proceeding DCRC, 12-14 October. 1998. Hagen FRG. p.p. 2a/1-2a/6.
15. **C.Sonthcott.** *Speech Proceeding in the Pan-European Cellular Mobile Telephone System.* IEE Colloquium; "Digitized Speech Communication via Mobile Radio". London. 19 December, 1998. p.p.5/1-5/5.
16. **P.Vary, R.Hofman.** *Sprachcodec fur das Europaische Funkfemsprechnetz.* Frequenz. 42, 1998. s.s. 85-92.
17. **D.Freeman, C. Sonthcott, I.Boyd.** *A Voice Activity Detector for the Pan-European Digital Cellular Mobile Telephone Service.* IEE Colloquium "Digitized Speech Communication via Mobile Radio". London. 19 December, 1998. p.p. 6/1-6/5.

18. *E.J.Schimmel. Digital Cellular in North America.* The 1991 Pan European Digital Cellular Radio Conference. February 1991. Proc.
19. *The Evaluation of Digital Cellular Mobile Communications International.* September/October 1995. p.p.10-11.
20. *Ericsson. Technology in the US PCS Race.* Mobile Communications International. September/October 1995. p.p. 8-9.
21. *PCS-1900 – The New Personal Communications System for North America.* Documents useful for a comparative evaluation of GSM (DCS-1800), PCS-1900 and IS-95 CDMA. Ericsson Inc. 1994.
22. *D.J.Goodman. Trends in Cellular and Cordless Communications.* IEEE Communications. IEEE Magazine, June 1991. p.p. 31-40.
23. *A.Mehrotra. Cellular Radio: Analog and Digital Systems.* Artech House, Boston-London. 1994. p.p. 460.
24. *J.Swerup, J.Uddenfeld. Personal Communications Based on Digital Cellular.* Ericsson Review: Trends in Mobile Communications. N3, 1991. p.p. 51-56.
25. *P.Bjorndahl, B.Lind. CME-20 – A Total Solution for GSM Networks.* Ericsson Review: Trends in Mobile Communications. N3, 1991. p.p.8-15.
26. *Варакин Л.Е. Теория систем сигналов.* - М.: Сов. радио, 1978.-304 с.
27. *Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами.* -М.: Радио и связь 1985, 1985. -384 с.
28. *Петрович Н.Т., Размахнин М.К. Системы связи с шумоподобными сигналами.*-М.: Сов. Радио, 1969. -232с.
29. *Алексеев А.И., Шереметьев А.Г., Тузов Г.И., Глазов Б.И. Теория и применение псевдослучайных сигналов.* – М.: Наука, 1969 – 365 с.
30. *Тузов Г.И. Статистическая теория приёма сложных сигналов.* – М.: Сов. радио, 1977- 400 с.
31. *Тузов Г.И., Сивов В.А., Прытков В.И. и др.; под ред. Тузова Г.И. Помехозащищённость радиосистем со сложными сигналами.* -М.: Радио и связь, 1985.- 256 с.
32. *Пестряков В.Б., Афанасьев В.П., Гурвиц В.Л. и др.; под ред. Пестрякова В.Б. Шумоподобные сигналы в системах передачи информации.* - М.: Сов. радио, 1973. –424с.
33. *Пышкин И.М., Дежурный И.И., Талызия В.Н., Чвилёв Г.Д.; под редакцией Пышкина И.М. Системы подвижной радиосвязи.* М.: Радио и связь, 1986. –328с.
34. *Диксон Р.К. Широкополосные системы.* пер.с англ./Под ред. В.И.-Журавлёва. –М.: Связь, 1979. –304 с.

35. **Смирнов Н.И.** Проектирование микрозлектронных устройств обработки шумоподобных сигналов. Часть 1. Корреляционные свойства ШПС. Учебное пособие. М.: МЭИС. 1988. –40с.
36. **H.Armbruster.** *Third Generation Mobile communications.* Telcom report international. 1992. N 3-4, pp. 18-21.
37. **T.Stefansson.** *CODI T – a Possible Candidate for UMTS. Proceedings. The Sixth Nordic Seminar on Digital Mobile Radio Communications. DMR VI 1994.* –pp. 90-96.
38. *Proposed TIA/EIA Interim Standard IS-95. Widebed Spread Spectrum Standard, April 1992.*
39. **Baier, V.-C. Fiebig, W.Granzow, W.Koch, P.Teder, J.Thielece** *Desing Study for a CDMA – Based Third – Generation Mobile Radio System.* IEEE JSAC Special Issue on "CDMA Networks", December 1993.
40. **Operation CDMA. Technology for Novices and Experts.** Motorola. International Cellular Infrastructure Division. 1994. –pp.16.
41. *Fixed Wireless.* Motorola. 1994. –pp. 8.
42. *An Overview of the Application of Code Division Multiple Access (CDMA) to Digital Cellular Systems and Personal Cellular Networks.* Qualcomm Incorporated. 1992. –pp.58.
43. *SC 9600.* Motorola. 1994. p.5.
44. *SC 2400.* Motorola. 1994. p.4.
45. **K. Thompson, D. Whipple.** *How CDMA is applied to cellular telephone service.* Mobile Radio Technology, March 1995, pp. 46-61.
46. **Варакин Л. Е. и др.** Перспективы построения сотовых систем персональной связи диапазона 2 ГГц на базе широкополосных шумоподобных сигналов. "Технологии электронных коммуникаций 90-х годов". М., МЦНТИ, 1994.
47. **Горюстаев Ю.М.** *Мобильные системы 3-го поколения.* МЦНТИ, М., 1998.
48. **Громаков Ю. А.** *Стандарты и системы подвижной радиосвязи.* М.: Технологии электронных коммуникаций, т. 67, 1996.
49. **Viterbi A.J.** *CDMA: Principles of Spread Spectrum Communication,* Addison-Wesley, 1995.
50. **Boucher N.J.** *The Cellular Radio Handbook: a Reference for Cellular System Operation, Third Edition.* Mill Valley, CA: Quantum Publishing Inc., 1995.
51. *Mobile Communications Handbook* Под ред. J. Gibson, CRC Press. Inc., США, 1996.

52. *Концепция создания широкополосных систем подвижной и персональной радиосвязи.* Вестник связи, 1994, № 9
53. *Mobile Communications Handbook* Под ред. J. Gibson, CRC Press. Inc., США, 1996.
54. *Труды конференции "CDMA-800 в России",* Кипр Лимассол, ноябрь 1998.
55. *Мобильные системы.* Спецвыпуск по стандарту CDMA. Под ред. Л.Е. Варакина, 1998.
56. *Невдяев Л.М., Смирнов А.А. Персональная спутниковая связь.* Технологии электронных коммуникаций, АОЗТ "ЭКО-ТРЕНДЗ Ко", М., т., 1998.
57. *Garg V.K. и др. Applications of CDMA in Wireless. Personal Communications.* Digital and Wireless Communication Series. Prentice Hall, 1997.
58. *Glisic S., Vucetic B. Spread Spectrum CDMA Systems for Wireless Communications.* Mobile Communications Series. Artech House, 1997.
59. *Yang S.C. CDMA RF System Engineering.* Artech House Mobile Communications Library. 1998.
60. *Материалы сервера IMT-2000* - <http://www.itu.int/imt>.
61. *Материалы сервера ITU* - <http://www.itu.ch>
62. *Материалы сервера ETSI* - <http://www.etsi.org>.
63. *Материалы сервера UMTS Forum* - <http://www.cdg.org>.
64. *Материалы сервера технического подкомитета T1P1 (США)* - <http://www.tl.org/t1p1/>.
65. *Материалы сервера ANSI (США)* - <http://www.ansi.org>.
66. *Материалы сервера ARIB (Япония)* - <http://www.arib.or.jp>.
67. *Материалы сервера ARIB Evaluation Group (Япония)* - <http://www.arib.or.jp/IMT-2000/evaluation>.
68. *Материалы сервера TTA (Ю. Корея)* - <http://www.tta.or.kr>, www.wireless.kotel.co.kr.
69. *Материалы сервера Ericsson* - <http://www.ericsson.com>, <http://www.ericsson.se>
70. *Материалы сервера Qualcomm* - <http://www.qualcomm.com>.
71. *Материалы сервера Canadian Evaluation Group* - <http://www.imt-2000.ca>.
72. *Материалы сервера CDPD Forum* - <http://www.cdpd.org>.
73. *Материалы сервера CDMA Group* - <http://www.cdg.org>.
74. *Материалы сервера CDMA Group* - <http://www.cdg.org>.
75. *Материалы сервера UWCC* - <http://www.uwcc.org>.

76. *Материалы сервера Anatel-EG (Бразилия)* - <http://www.anatel.gov.br/imt-2000/rtt-eg>.
77. *Материалы сервера TIA/EIA* - <http://www.tiaonline.org/standards>.
78. *Proceedings of the ACTS Mobile Telecommunications Summit, Granada, Spain, November 27-29, 1996.*
79. *Proceedings of the ACTS Mobile Telecommunications Summit, Aalborg, Denmark, October 7-10, 1997.*
80. *Proceedings of the ACTS Mobile Telecommunications Summit, Greece, June, 1998.*
81. *Доклады конференции "Стратегии перехода к мобильной связи 3-го поколения". 4-й Бизнес-Форум "Мобильные системы-99", 24-25 марта, 1999, Москва.*
82. *Bellcore Technical Advisories, "Generic Framework Criteria for Universal Digital Personal Communications Systems (PCS), "FA-TSY-001913, Ussue 1 (March 1990), and FA-NWT-001013, Issue 2 (December 1990); "Generic Criteria for Version 0.1 Wireless Access Communications Systems (WACS)", TA-NWT-001313, Issue 1 (July 1992).*
83. *Cheung et al., "Network Planning for Third-Generation Mobile Radio Systems". IEEE Communications Magazine 32, no. 11 (November 1994): 54-69.*
84. *Chia, "Beyond the Second-Generation Mobile Radio Systems", British Telecom Engineering 10 (January 1992): 326-335.*
85. *Cox, D.C., "Personal Communications – A Viewpoint", IEEE Communications Magazine (November 1990): 8-20.*
86. *European Telecommunications Standards Institution (ETSI), "Recommendations for GSM900/DCS1800" (ETSI, Cedex, France).*
87. *Gardiner, J. D. "Second Generation Cordless Telephony in U.K. Telepoint Services and the Common Air Interface," IEE Electronics and Communications Engineering Journal (April 1992).*
88. *Gilhousen, K. S., et al., "On the Capacity of a Cellular CDMA System" IEEE Transaction on Vehicular Technology VT-40, no. 2 (May 1991.): 303-12.*
89. *Goodman, D. J., "Trends in Cellular and Cordless Communications," IEEE Communications Magazine (June 1991): 31-40.*
90. *Grillo and MacNamee, "European Perspective on Third Generation Personal Communication Systems," Proceedings of the IEEE VTC Conference, Orlando, Florida, May 1990.*
91. *Mehrotra, A. Cellular Radio—Analog & Digital Systems, Boston-London: Artech House, 1994.*

92. **Owen and C. Pudney**, "DECT-Integrated services for cordless communications," Proceedings of the Fifth International Conference on Mobile Radio and Personal Communications, Institution of Electrical Engineers, Warwick, United Kingdom, December 1989.
93. **Tuttlebee**, *Cordless Telecommunication in Europe*, London-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 1990.
94. **Viterbi, A. J., and Roberto Padovani**, "Implications of Mobile Cellular C'DMA," IEEE Communications Magazine (December 1992): 30 no. 12 38-41.
95. **Vijay K.Garg, Joseph E.Wilkes**, "Wireless and Personal Communications Systems".
96. **Neil J.Boucher**. "The Cellular Radio Handbook". Third Edition., 1995.
97. **Афанасьев В.В.** Ассоциация GSM – координатор деятельности операторов // Мобильные системы. – 1997. - № 1. – С.25-29.
98. **Беллами Дж.** Цифровая Телефония. – М.: Радио и связь, 1986.
99. **Быховский М.А.** Сравнение различных систем сотовой подвижной связи по эффективности использования радиочастотного спектра // Электросвязь. – 1996. - №5. – С.9-12.
100. **Варакин Л.Е.** Концепция создания широкополосных систем подвижной и персональной радиосвязи // Вестник связи. – 1994. - №9. – С.16-19.
101. **Гольднберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н.** Цифровая обработка сигналов. – М.: Радио и связь, 1990.
102. **Громаков Ю.А.** Сотовые системы подвижной радиосвязи. 1994.
103. **Матвеевко И.П.** Сотовая связь: сегодня и завтра. – М., 1994.
104. **Ратынский М.В.** Сотовая связь как система массового обслуживания // Мобильные системы. – 1997, март – апрель. - №2. – С.16-18.
105. **ANSI/EIA/TIA – 553.** Mobile station – land station compatibility specification. 1990.
106. **ANSI/IEEE Standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz.** ANSI/IEEE C95.1 – 1992.
107. **Bjornland D.F., Lauritzen G.O.** UMTS – the universal mobile telecommunications system // Telekrolink. – 1995. – Vol. 91, No. 4. – P.123-132.
108. **EIA/TIA Interim Standard IS-19-B** Recommended minimum standards for 800 MHz cellular subscriber units. 1988.
109. **EIA/TIA Interim Standard IS-20-A.** Recommended minimum standards for 800 MHz cellular land stations. 1986.

110. *EIATIA Interim Standard IS-41-A*. Cellular radiotelecommunications intersystem operations. Febr. 1990.
111. *EIATIA Interim Standard IS-54*, Rev. B. Cellular system dual-mode mobile station – base station compatibility standard. April 1992.
112. *EIATIA Interim Standard IS-55*. Recommended minimum performance standards for 800 MGz dual mode mobile stations. 1991.
113. *EIATIA Interim Standard IS-56*. Recommended minimum performance standards for 800 MGz base stations supporting dual mode mobile stations. 1991.
114. *EIATIA Interim Standard IS-136.1*. 800 MHz TDMA Cellular. Radio interface – mobile station – base station compatibility. Digital control channel. 1994.
115. *EIATIA Interim Standard IS-136.2*. 800 MHz TDMA Cellular. Radio interface – mobile station – base station compatibility. Traffic channel and FSK control channel. 1994.
116. *EIATIA Interim Standard IS-137*. 800 MHz TDMA Cellular. Radio interface – minimum performance standards for mobile stations. 1994.
117. *EIATIA Interim Standard IS-138*. 800 MHz TDMA Cellular. Radio interface – base station minimum performance specification. 1994.
118. *Interim Standard IS-95-A*. Mobile station – base station compatibility standard for dual-mode wideband spread spectrum cellular system 1995.
119. **Lee W.C.Y.** *Mobile cellular-telecommunications systems*. McGraw Hill Co. New York. 1989.
120. **Mehrotra A.** *Cellular radio*. Analog and digital systems. Artech House. Boston – Londod. 1994.
121. **Petersen. R.C.** *Standardization in the United States*. // Conf. Proc.: "Mobile phones – is there a health risk?" November 14-15, 1996. London.
122. **QUALCOMM Inc.** *An overview of the application of code division multiple access (CDMA) to digital cellular systems and personal cellular networks*. Doc. EX60 – 10010. 1992.
123. *Vendors back GSM for Europe's third generation* // Global Mobile. – 1997, August 21. – Vol. 4, No. 16. -P.2.
124. *Wireless local loop*. Developing and exploiting. International conference. London, November 20-22, 1995. Conference Proceedings.
125. *World cellular/wireless subscribers: 500-600 million by year-end 2000* // Cellular strategies Herschel Shosteck Associates. – 1997, July – August. – Vol. 3, No.4. –P.1-4.

126. *World's 40 largest cellular operators* // Global Mobile. – 1997, September 18. – Vol. 4, No. 18 –P.12.
127. *Wu W.W., Miller E.F., Pritchard W.L., Pickholtz R.L. Mobile satellite communications* // Proc. IEEE. – 1994. –Vol. 82, No.9. –P.1431 – 1447.
128. *Yoshimori. J. Telecommunications moves toward digital standards* // Microwaves and RF. – 1994. – December. – P.95-100.



ҚЎШИМЧА ҚАЙДЛАР УЧУН





Маҳмудов М.М, Шегай А.М, Брайн Л.Боуэн, Снежков Ю.В.,
Мирзамойдинов А.К, Газиёв А.Р

**УЯЛИ АЛОҚА СИСТЕМАЛАРИНИ ҚУРИШ
ВА ЛОЙИХАЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ**

Масъулияти чекланган жамият
«Chinor ijod»
нашриёт уйи

Муҳаррир Андрей Шегай

Таржимон Абдулла Абдуқодиров

Илмий маслаҳатчи, техника
фанлари номзоди Омонулла Абдуазизов

Саҳифаловчи ва дизайнер Жасур Азимов

Босишга имзоланди 28.02.2000.

Ўлчови 60 × 84¹/₁₆ Ҳажми 17 б.т. Адади 2500 нусха.

Буюртма № 264.

Ўзбекистон Республикаси Давлат матбуот қўмитасининг
Тошкент китоб-журнал фабрикасида чоп этилди. 700194,
Тошкент, Юнусобод даҳаси, Муродов кўчаси, 1-уй.

