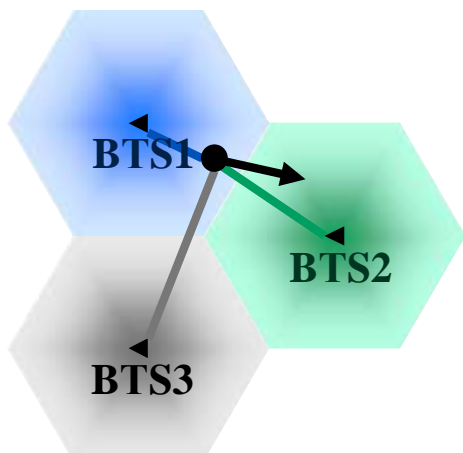


**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АХБОРОТ  
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА КОММУНИКАЦИЯЛАРИНИ  
РИВОЖЛАНТИРИШ ВАЗИРЛИГИ  
Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги  
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
УНИВЕРСИТЕТИ**



**«Мобил алоқа»  
фанидан маъруза**

*МАТ кафедра доценти,  
PhD Ҳ.Х.Мадаминов*



# Маъруза-6. Мобиль алоқа тизимининг классификацияси



- **Дарсинг мақсади:**

Талабаларда профессионал ҳаракатдаги радиоалоқа тизими ҳақида батафсил тасаввур ҳосил қилиш;

мазкур билимларни мустақил таҳлил қилишга кўмаклашиш;

ёшлар ўртасида соғлом маънавий ва тарбиявий муҳитни шакллантириш.

- **Тушунчалар ва таянч сўзлар:** Ретранслятор, PMR ва PAMR, Транкинг радиоалоқа, шифрлаш ва калитли маскировка

- **Асосий саволлар:**

1. Симсиз телефония тизимлари
2. Йўлдошли алоқа тизимлари
3. Ҳаракатдаги радиоалоқа тизимларининг классификацияси
4. ҲРТнинг вазифаси ва хизмат кўрсатиш зонасининг ўлчами





## Симсиз телефония тизимлари

XX асрнинг охирида ҳаракатдаги алоқа ривожланишининг муҳим йўналишларидан бири абонент радио уланиш тизимларининг яратилиши бўлди. 1975 йилда Motorola (АҚШ) компанияси биринчи аналог симсиз телефон аппаратини (ингл. *Cordless Telephone* - *СТ*) яратди. Бу телефон УФТТга симли линия бўйича уланган таянч платформадан 100м радиус узоқликда радиотелефон трубка ёрдамида абонентга эркин ҳаракатланиш имконини берди.

Мазкур технология асосида СТ номли аналог стандартлари, кейинроқ унинг такомиллаштирилган СТ-2 версияси ишлаб чиқилди. Кейинчалик, СТ-2 тизими принциплари асосида яратилган TDMA технологиясидан фойдаланган кўп каналли тизимлар: 900 МГц диапазондаги DCT-900 стандарти (Швеция) ва 1800 МГц диапазондаги рақамли симсиз телефониянинг Европа стандарти - DECT (ингл. *Digital European Cordless Telecommunications*) ишлаб чиқилди.

### **Кичик қувватли нурланишни (10-25мВт)**

Симсиз телефониянинг кейинги ривожланиши сотали алоқа тармоқлари (пикосоталар ва фемтосоталар) билан бирикиб кетиш йўлидан боради ва мобил алоқа тизимларида ўзаро бир-бирини тўлдириб боради.



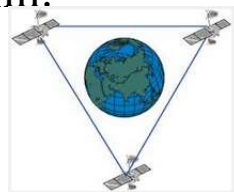
## Йўлдошли алоқа тизимлари

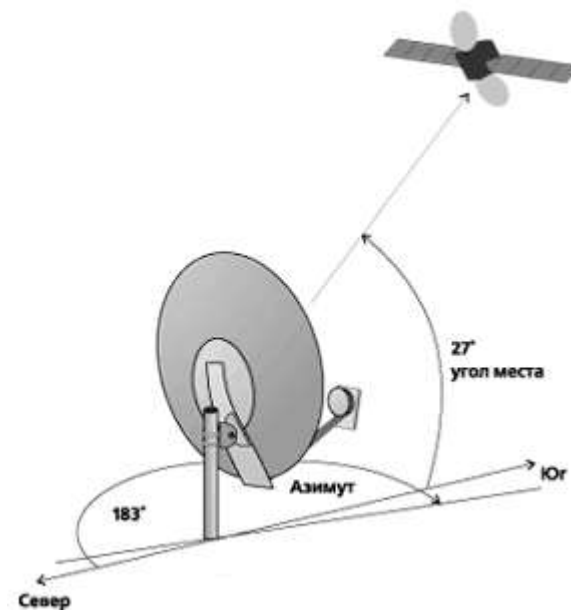
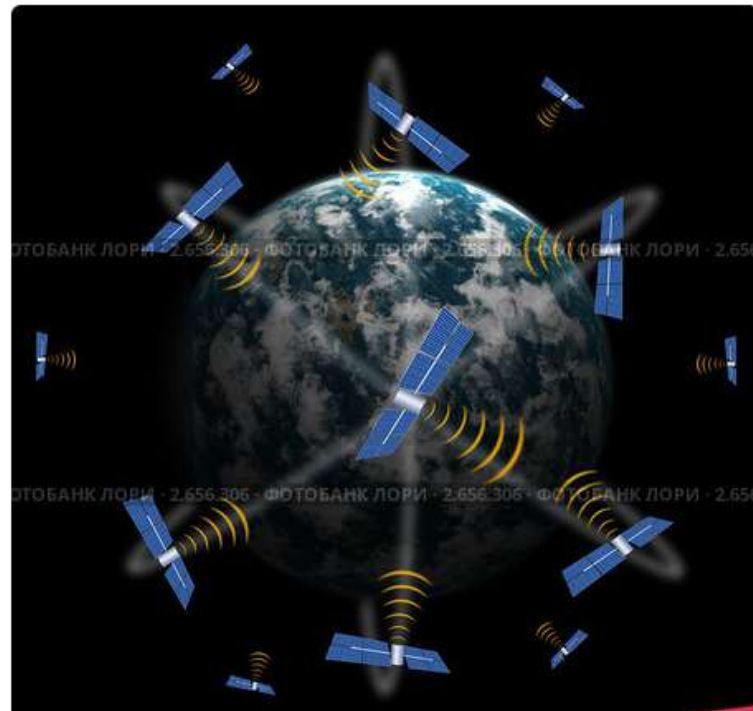
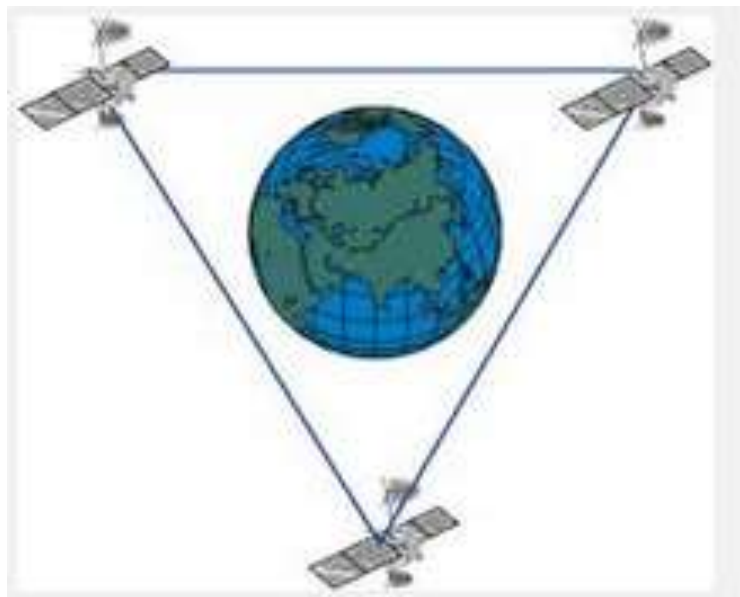
Йўлдошли алоқа тизимларини (ЙАТ) бошқа ХРТ тизимларидан ажратиб турадиган қатор ўзига хос характеристикалари бор. Масалан, йўлдошли алоқа аниқ бир жойга деярли боғланмаган ва ер сирти алоқа тизимларига таққосланганида жуда катта хизмат кўрсатиш ҳудудига эга. ЙАТ турли белгилар бўйича синфларга бўлинади. Вазифаси бўйича улар ҳарбий, фуқаровий, давлат ёки тижорат; ер усти (абонент) станциялари тури бўйича стационар ёки мобил бўлишлари мумкин. Тақдим этиладиган хизматлар бўйича ЙАТ овоз (радиотелефон) алоқаси, маълумотларни пакетли узатиш ёки объектларнинг жойлашишини аниқлаш хизматлари билан ажратилади. Шунингдек, ЙАТ ўзларининг ишчи орбиталари баландлиги бўйича синфларга бўлинади.

Ҳозирги вақтда қўлланилаётган ЙАТ тизимлари қуйидагилар:

- ➡ юқори орбитал (ёки геостационар, ингл. *GEO*) - 40 минг километр баландликдаги орбитали тизимлар,
- ➡ ўрта орбитал (ингл. *MEO*) - 5-15 минг километр баландликдаги тизимлар,
- ➡ паст орбитал (ингл. *LEO*) - 700-1500 километр баландликдаги тизимлар.

Геостационар орбитада сунъий йўлдошнинг Ер атрофида айланиш даври 24 соатга тенг, шу сабабли сунъий йўлдош Ерга нисбатан мунтазам бир нуқтада бўлади. Учта геостационар сунъий йўлдошли тизим ёрдамида Ер юзини қамраб олиш мумкин.



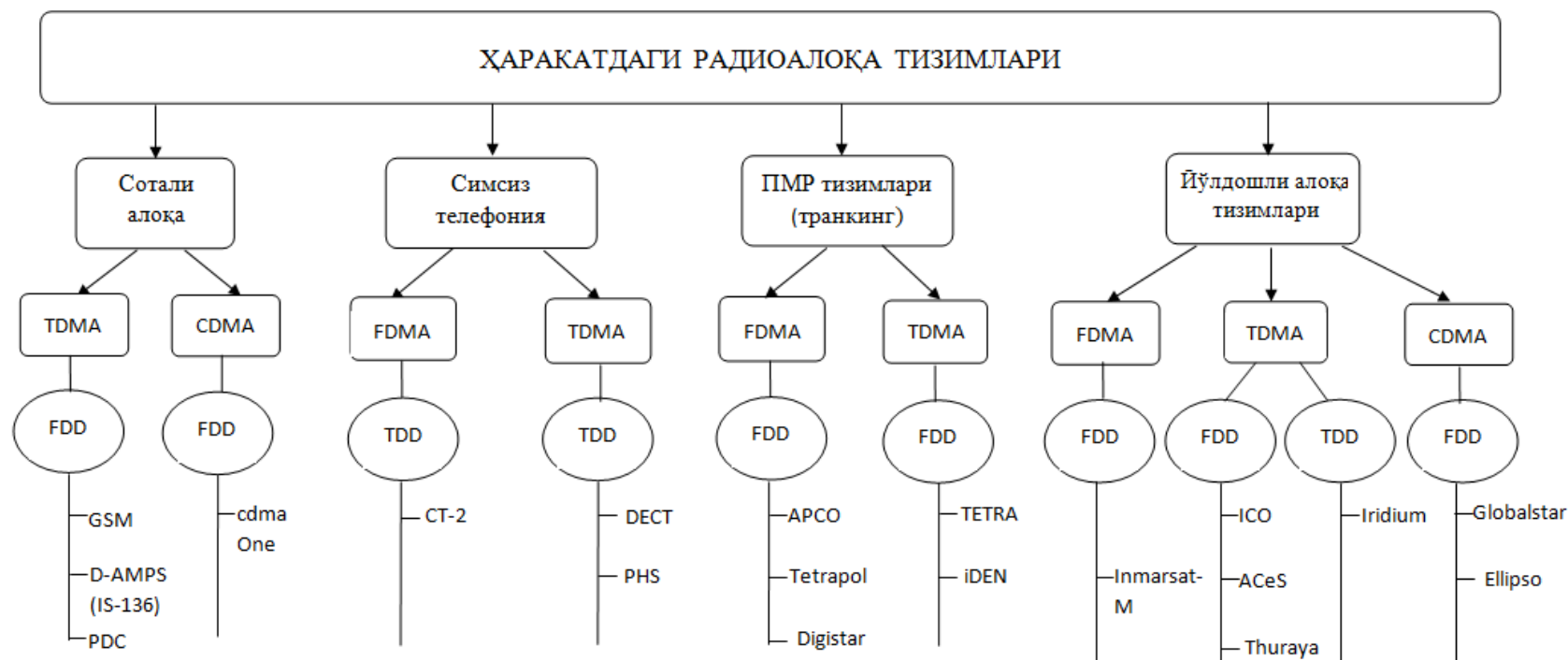


# Ҳаракатдаги радиоалоқа тизимларининг классификацияси

ҲРТнинг қуйидаги учта белгига асосланган классификациясидан фойдаланилган:

- тизимнинг вазифаси ва хизмат кўрсатиш зонаси;
- кўп сонли уланиш технологиясидан фойдаланиш;
- каналларни дуплекслаш схемаси.

Шунингдек, классификацион белги сифатида “хэндоверни” ташкил этиш схемаси ҳам кўриб чиқилган.



## Ҳаракатдаги радиоалоқа тизимларининг классификацияси

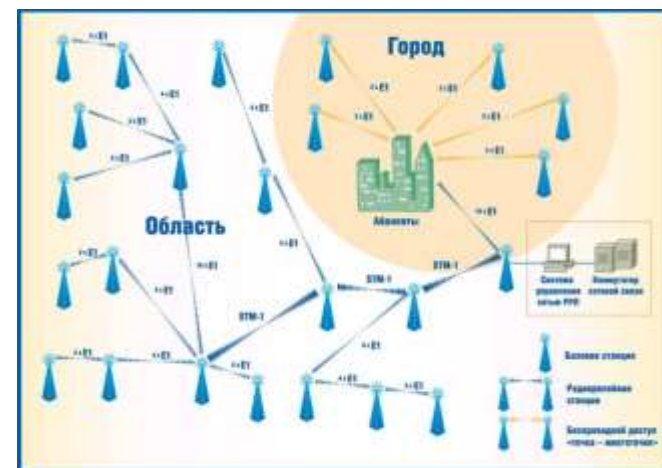




## ХРТнинг вазифаси ва хизмат кўрсатиш зонасининг ўлчами

Вазифаси ва хизмат кўрсатиш зонасининг ўлчамлари бўйича барча ХРТларни 4 синфга ажратиш мумкин:

- хизмат кўрсатиш зонаси бир нур (сектор) учун 400-800км ва бир сунъий йўлдош учун (орбитанинг баландлигига боғлиқ равишда) умумий диаметри 3000-8000км бўлган йўлдошли алоқа тизимлари;
- таъсир этиш радиуси 0,3дан 35кмгача бўлган сотали ҳаракатдаги радиоалоқа тизимлари;
- хизмат кўрсатиш зонаси антеннанинг кўтарилиш баландлигига қараб 2 дан 50км гача бўлган радиусда ишловчи профессионал мобил радиоалоқа (транкинг) тизимлари;
- таъсир этиш радиуси 0,3кмгача бўлган симсиз телефон тизимлари.





Хизмат кўрсатиш зоналарининг ўлчамлари хизмат кўрсатиладиган ҳудуд бўйича абонентларнинг зичлиги ва тақсимланиш характериға боғлиқ. Абонентлар юқори зичликли жойларда **100м** гача радиусли **фемтосоталар ва пикосоталар** яратилади, кўп биноли ва аҳоли зич жойлашган ҳудудларда эса микросоталар (**0,1 – 0,5км**) ташкил этади. Шаҳар ва шаҳар атрофидаги зоналарни қамраш учун эса радиоқамров радиуси **30-35км** гача бўлган макросоталар ишлатилади. Олис ва бориш қийин туманларда ва қишлоқ жойларида абонентларға хизмат кўрсатиш ҳам сотали, ҳам йўлдошли алоқа тизимлари орқали амалға оширилиши мумкин.





### ХРТнинг ўзаро нисбий характеристикалари

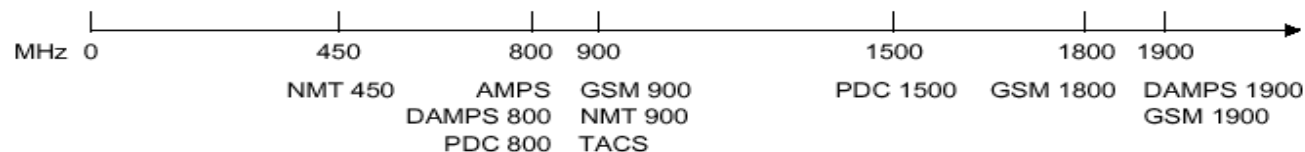
Стандарт	2-авлод сотали алоқа тизимлари				Симсиз телефония		ПМР рақамли тизимлари		
	GSM	D-AMPS	cdmaOne	PDC	CT-2	DECT	TETRA	APCO-25	Tetrapol
Характеристика									
Частоталар диапазони, МГц	890-915/1710-1785; 935-960/1805-1880	824-849; 869-894	824-849; 869-894	810-826; 940-956; 1429-1453 1477-1501	864-868	1880-1900	380-400; 410-430 (450-470)	138-174; 406-512; 746-869	70... 520
Полоса кенглиги, МГц	25	25	25	25	24	20	20	н/м	5
Дуплекс ажратиш, МГц	45/95	45	45	48(130)	Йўқ	Йўқ	10	н/м	10
Каналлар ажратиш, кГц	200	30	1250	25 (50)	100	1728	25	12,5/6,25	12,5/10
Дуплекс каналлар сони	124	832	20	640	40	10	н/а	н/а	400
Кўп-сонли уланиш	TDMA	TDMA	CDMA	TDMA	FDMA	TDMA	TDMA	FDMA	FDMA
Дуплекслаш усули	FDD	FDD	FDD	FDD	TDD	TDD	FDD	FDD	FDD
Битта элтувчига тўғри келадиган каналлар сони	8 или 16	3(6)	55	3(6)	1	12	4	1	1
Модуляция усули	GMSK	$\pi/4$ DQPSK	QPSK(БС) OQPSK(МС)	$\pi/4$ DQPSK	GFSK	GFSK	$\pi/4$ DQPSK	C4FM CQPSK	GMSK
Маълумотлар узатиш тезлиги, кбит/сек.	270,8 (EDGE)	48,6	1288	42	72	1152	32 (4 мант. канал)	9,6	8
Овоз кодекси тури	RPE-LTP	VSELP	QCELP	VSELP	ADPCM	ADPCM	ACELP	IMBE	RPCELP
Овоз кодекси тезлиги, кбит/сек.	13 или 6,5	7,95	13 или 8,5	6,7	32	32	4,5	4,4	6
Овоз учун каналли кодлаш	R=1/2, K=5	R=1/2	R=1/3, R=1/2	R=1/2	н/д	CRC	R=2/3	R=1/2, Goley	н/м
Кадр узунлиги, мс	4,6	40	20	20	2	10	57	180	20
Мобил станция қуввати: ўртача (максимал), Вт	GSM-900: 0,1-8(0,6-20) GSM-1800: 0,25–1(0,03-0,125)	3,0 (9); 1,6(4,8); 1,6(1,8)	0,6 (6,3); 2,5; 1,0	0,66 (2)	0,005 (0,01)	0,01 (0,25)	2,5 (10); 0,75 (3); 1(0,25)	н/а	10 (автом.)
$E_b/N_0$ нисбати	9	16	6-7	17	20	12	19	н/а	н/а
Хэндовер	Бор	Бор	Бор (юмшоқ)	Бор	Йўқ	Йўқ	Бор	н/а	н/а



# Ҳаракатдаги сотали алоқа тизимларининг мавжуд бўлган стандартлари

Биринчи авлод (1G) аналогли ҲСАТ ларнинг 9 та асосий стандартлари маълум. Шуларнинг ичидан Ўзбекистон Республикасида NMT-450 ва AMPS стандартлари ишлаган.

Ҳаракатдаги сотали радиоалоқа тизимга мосланган NMT-450 аналог стандарти Дания, Финляндия, Норвегия ва Швеция Алоқа Маъмуриятларининг бирлигида автоматик кўчма телефон алоқа тизимини ташкил қилиш мақсадида ишлаб чиқилган ва 1981 йили коммерциялик ишга тушурилган. Бу стандартнинг ҳаракатдаги станциялари тизимининг барча таянч станциялари билан тўла мослашган бўлиб шунга мувофиқ мамлакатлар ичида ишлаши мумкин бўлган.

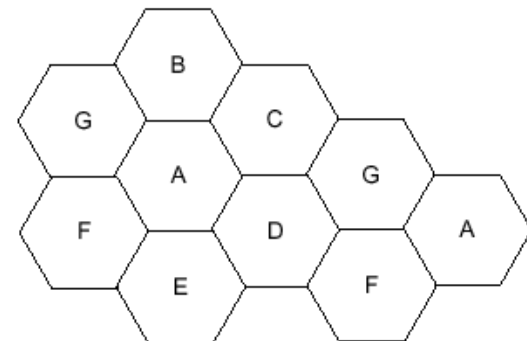


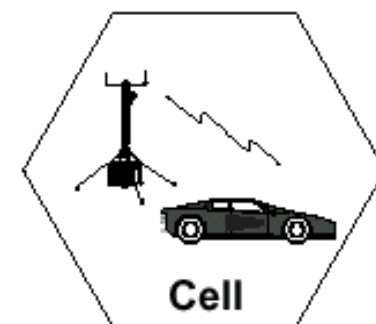
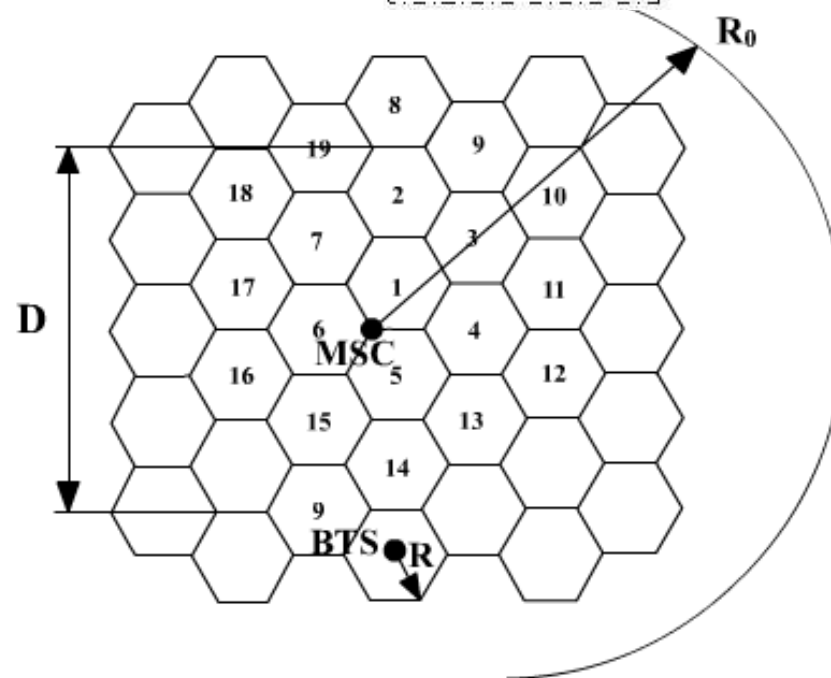
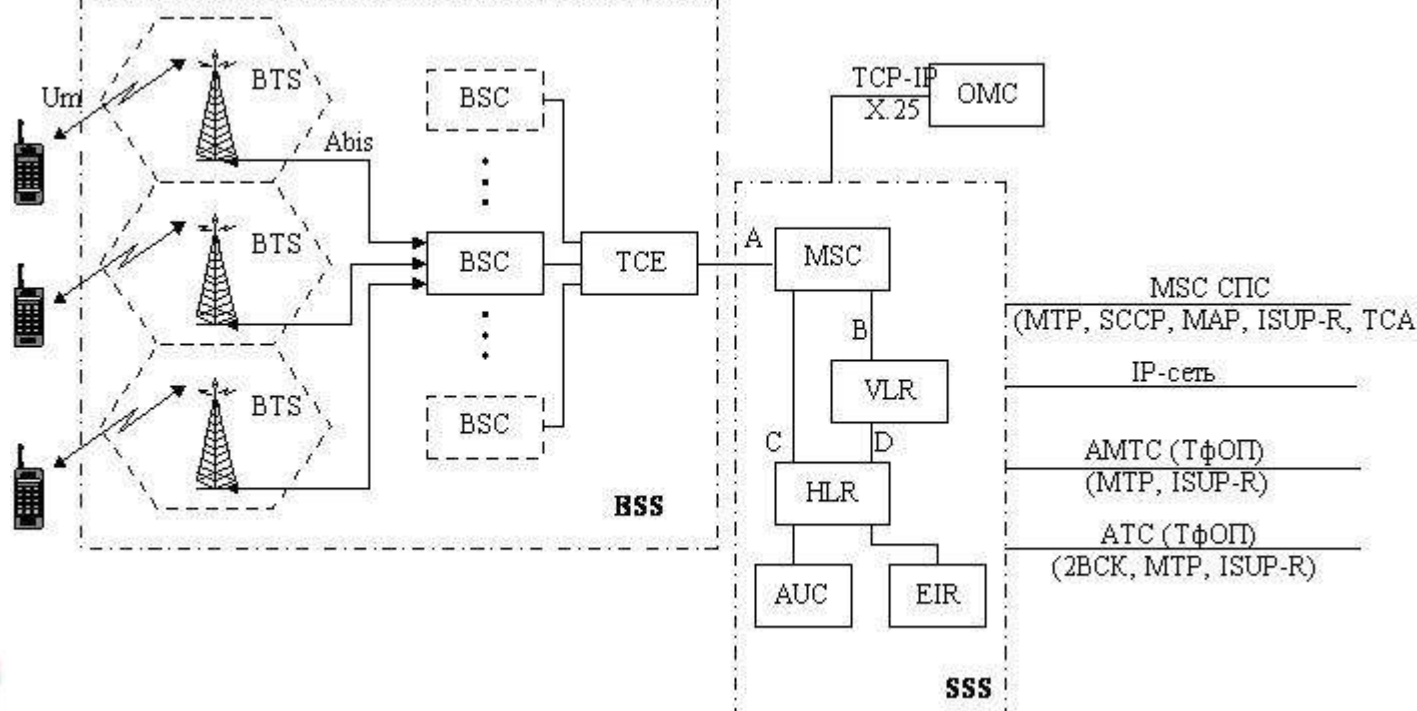
# Ҳаракатдаги сотали радиоалоқа тизимлари (ҲСРТ)



## ҲСРТ тузилиш негизи ва частотали режалаштирилиш

Радиуси  $R_0$  бўлган ҲСРТ нинг хизмат кўрсатиш ҳудуди шартли равишда  $R$  радиус билан чизилган айланаларга бўлинади (расмда). Сотанинг (катакча, уя) идеал шакли айлана кўринишда бўлади, бироқ электромагнит майдонларнинг ва уларнинг ўзаро таъсирини ҳисоблашларини соддалаштириш мақсадида тўғри олти бурчаклик қилиб олинади. Аммо реал ҳолатда, ҳудуд рельефи, иморатлар ва бошқа омиллар туфайли сота тўғри айлана шаклига эга эмасдир.

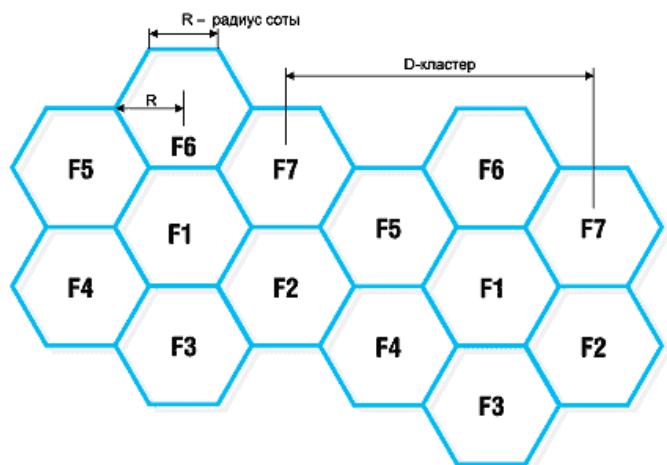




ХСАТ лизмат курсатини худуди



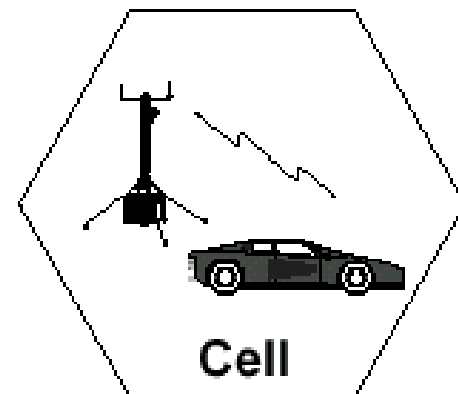
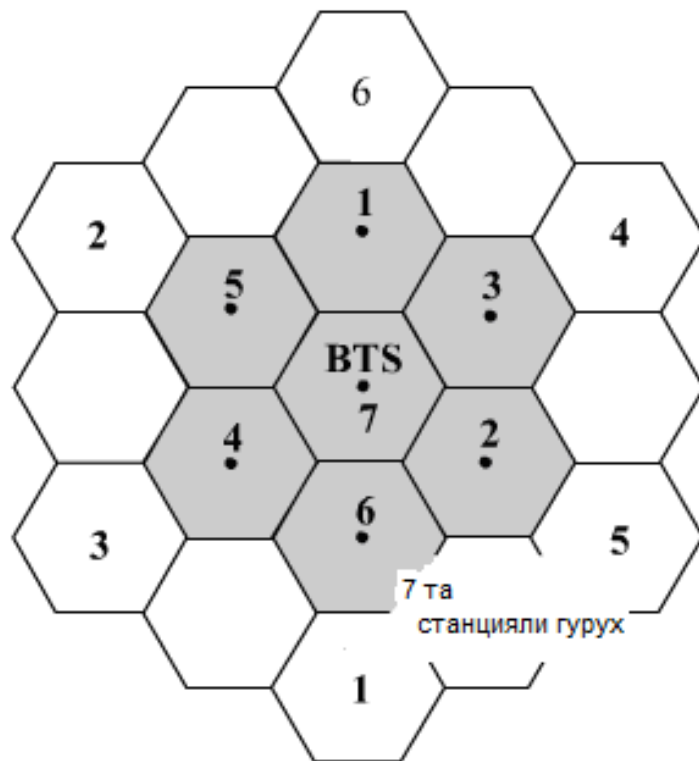
Хар бир сотада жойлашган BTS га MS дан чақирик келиб тушганда, шу сота кўламидаги кўчма абонентларга хизмат кўрсатиш амалига биноан банд бўлмаган частота каналини тақдим этади. ҲСАТ коммутациялаш тизими барча BTS ларни бир бири билан туташишини ҳосил қилади, шунингдек одатдаги ТЛФ тармоғига чиқишни ҳам таъминлайди.



Частотадан такрор фойдаланиш

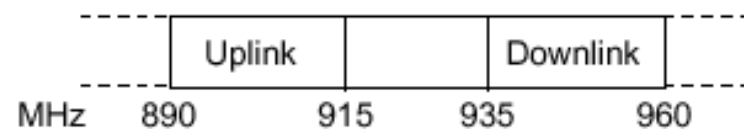
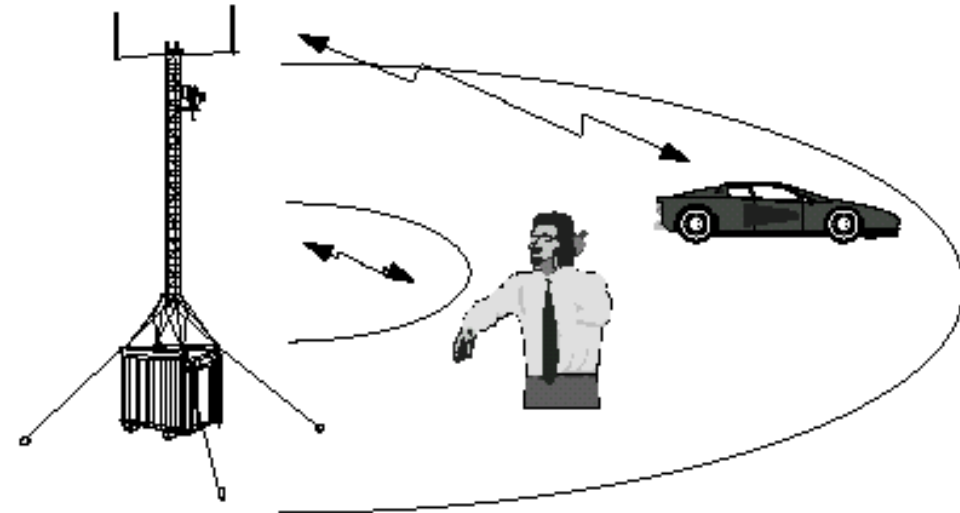


## Чегарадош қўшни станциялар гурухи



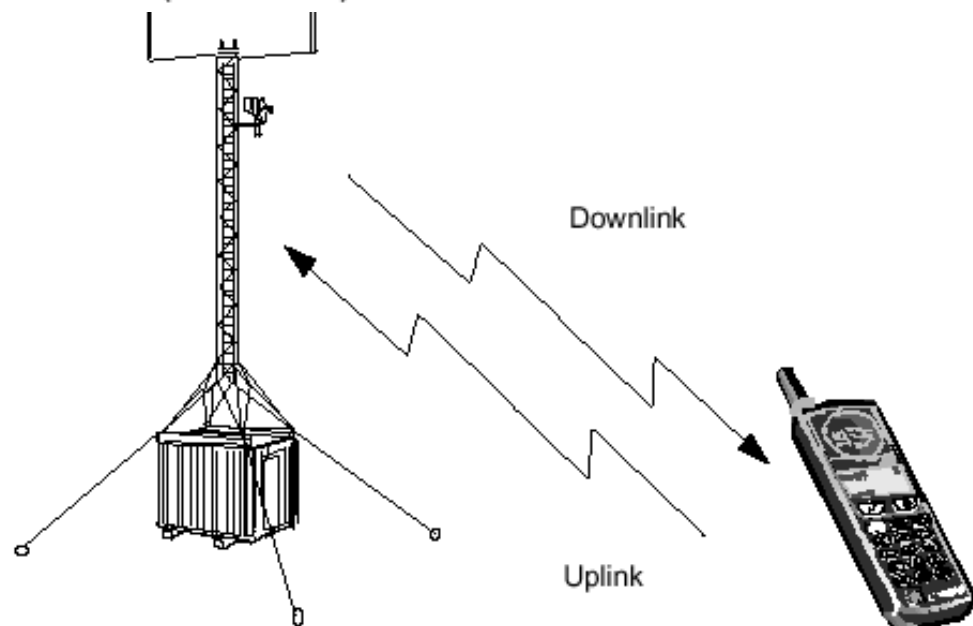
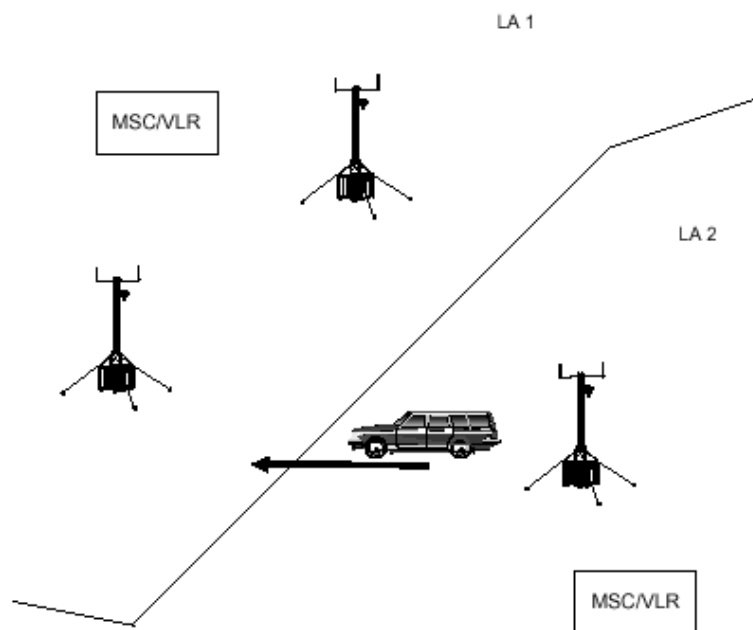
Тизимнинг (кластер) частотавий  $C$  параметридан катталиги бўлади, чунки у  $\Delta$ САТ каналларининг мумкин қадар минимал сонини аниқлайди. Агар хар бир BTS да тўплам полосаси  $F_k$  бўлган  $L$  каналидан ташкил топса, унда узатиш йуналишидаги  $\Delta$ САТ палосасининг кенглиги  $F_c = F_k L C$  ташкил этади.

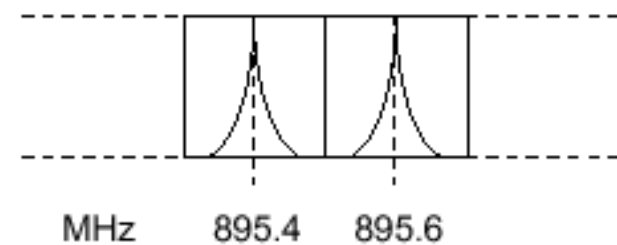
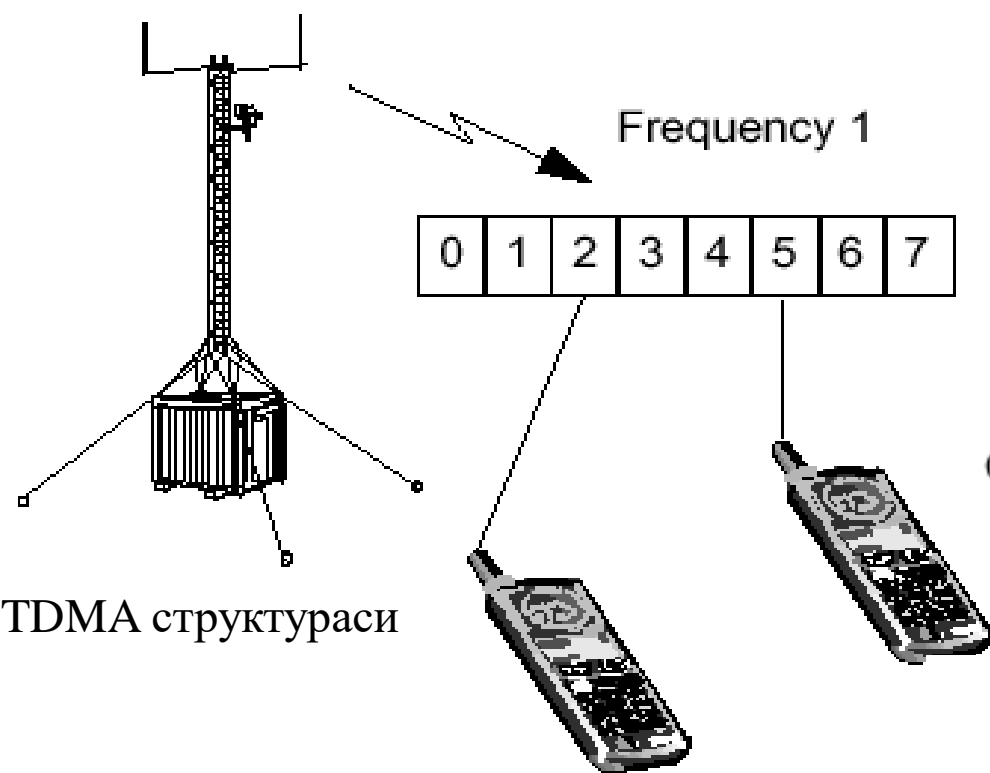




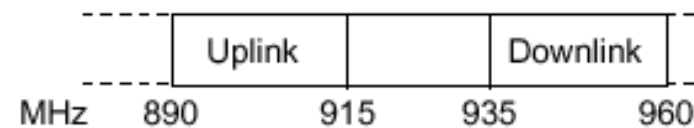
Duplex Distance (45 MHz)

Bandwidth (2 x 25 MHz)



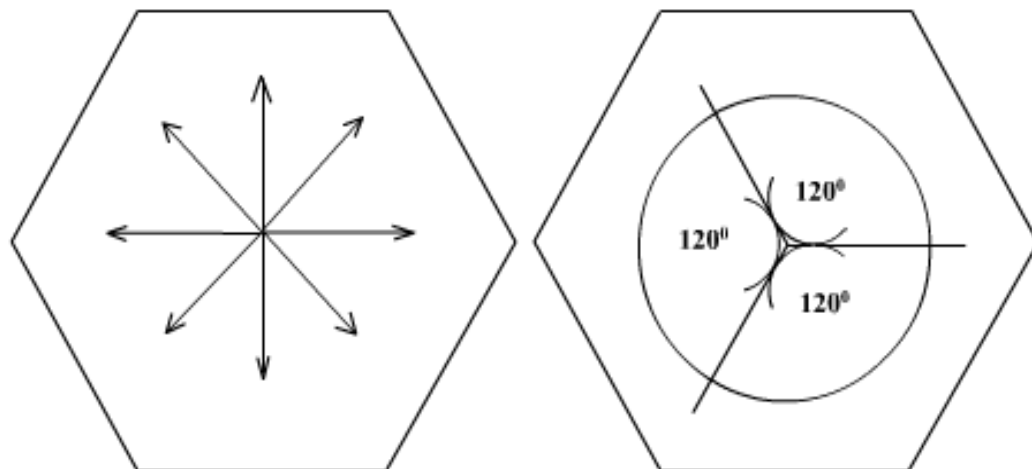


Channel Separation (200 KHz)



Duplex Distance (45 MHz)

(2 x 25 MHz)

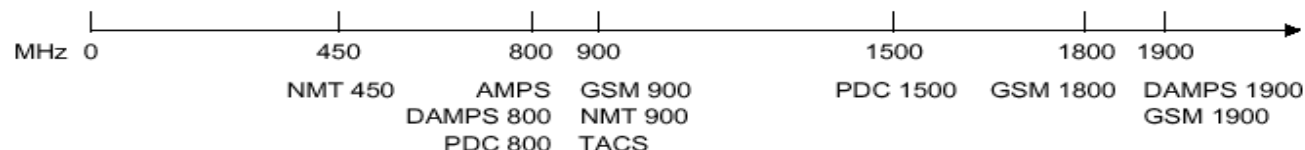




# Ҳаракатдаги сотали алоқа тизимларининг мавжуд бўлган стандартлари

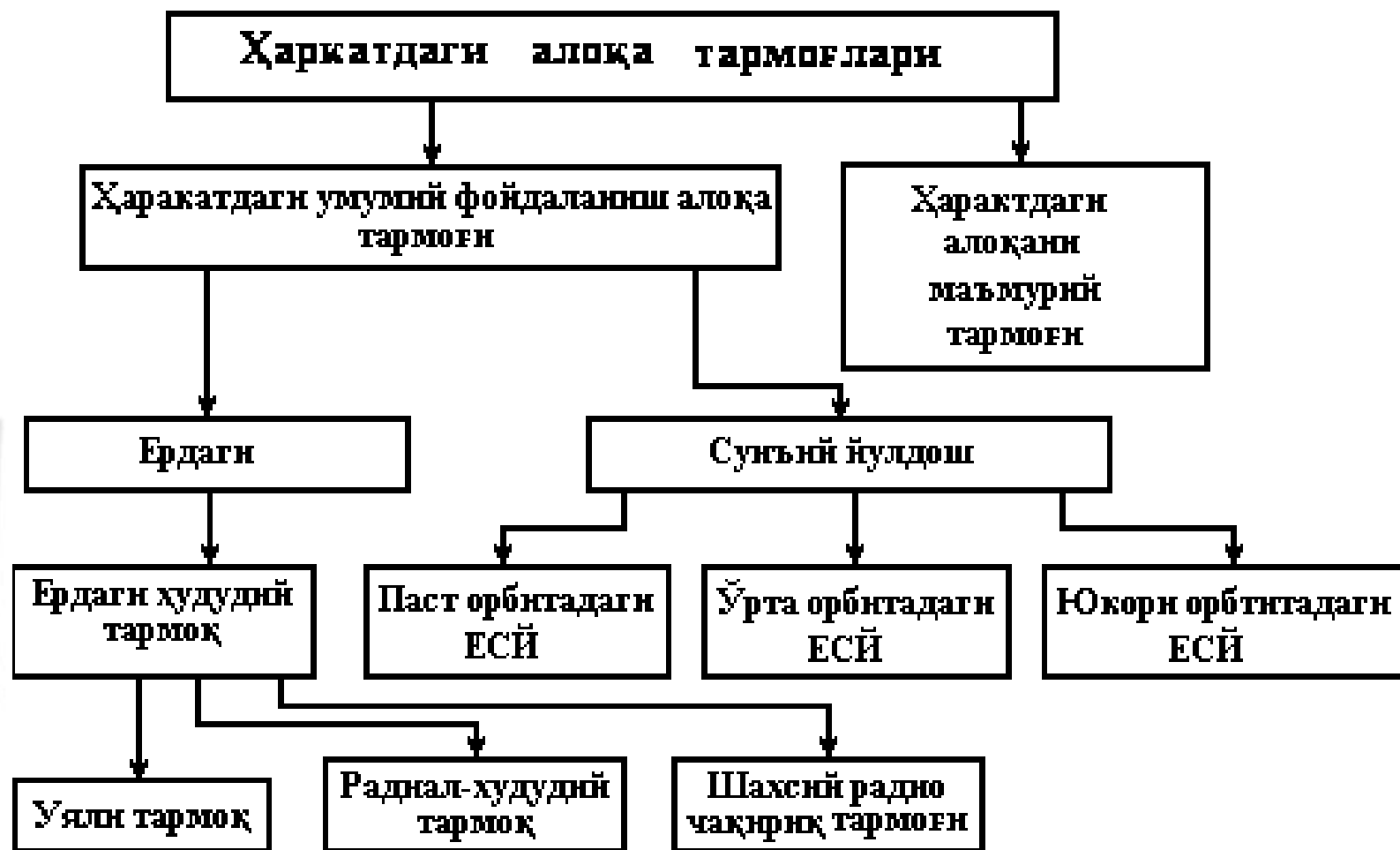
Биринчи авлод (1G) аналогли ҲСАТ ларнинг 9 та асосий стандартлари маълум. Шуларнинг ичидан Ўзбекистон Республикасида NMT-450 ва AMPS эксплуатацияланган.

Ҳаракатдаги сотали радиоалоқа тизимга мосланган NMT-450 аналог стандарти Дания, Финляндия, Норвегия ва Швеция Алоқа Маъмуриятларининг бирлигида автоматик кўчма телефон алоқа тизимини ташкил қилиш мақсадида ишлаб чиқилган ва 1981 йили коммерциялик ишга тушурилган. Бу стандартнинг ҳаракатдаги станциялари тизимининг барча таянч станциялари билан тўла мослашган бўлиб шунга мувофиқ мамлакатлар ичида ишлаши мумкин бўлган.





# Ҳаракатдаги алоқа тармоқларининг классификацияси.





ҲСАТ авлодлар бўйича бўлинади. (ингл. «**First Generation**»- биринчи авлод-1G)

**1G-биринчи авлод**, бу аналог стандарт тизими (NMT 450, AMPS, NMT-900)

**2G-иккинчи авлод**, бу рақамли стандарт тизими (GSM-900, D-AMPS, DCS-1800, CDMA)

**3G-учинчи авлод**, бу рақамли стандарт тизими (UMTS, Wideband CDMA, IMT-2000)

**4G-тўртинчи авлод**, бу рақамли стандарт тизими (LTE, Wi-Fi, Wi-MAX)

Бугунги кунда ҲСАТ нинг учинчи авлоди сифатида UMTS, WCDMA, IMT-2000 стандартлари кўрилмокда. Ҳозирги пайтда иккинчи авлод тизимлари кенг тарқалган ва учинчи авлод тизимлари ривожланишининг бошида турибди, биринчи авлод тизимлари эса аста-секинлик билан фойдаланишдан чиқариб ташланди.



Стандарт	Стандартнинг тўла номи	Частоталар диапазони, МГц	Амалга киритилган йил
Аналог стандартлар			
NMT 450	Nordic Mobile Telephony	450	1981
AMPS	Advanced Mobile Phone System	800	1983
TACS	Total Access Communication System	900	1985
NMT-900	Nordic Mobile Telephony	900	1986
Рақамли стандартлар			
GSM-900	Global System for Mobile Communication	900	1991
D-AMPS	Advanced Mobile Phone Service	800 - 1800	1991
DCS-1800	Digital Cellular System	1800	1992
PDC	Personal Digital Cellular	800 (900) - 1600	1994
CDMA	Code Division Multiple Access	800 - 1800	1995





Аналог стандартлар имкониятларининг чекланганлиги сабабли бутун жаҳон бўйича фойдаланувчилар ўсишининг тобора камайиши кузатила бошлади. 80 – йилларда ривожланган мамлакатларда перспектив рақамли ХСАТ қуриш принципларини жадал ўрганишга киришдилар ва радиуслари 35 км гача бўлган сота ва макросота топологияларга эга бўлган тармоқлар тизимининг учта стандарти ишлаб чиқилди

- GSM – умумевропа стандарти
- ADS(D-AMPS) – Америка стандарти
- JDS – Япония стандарти

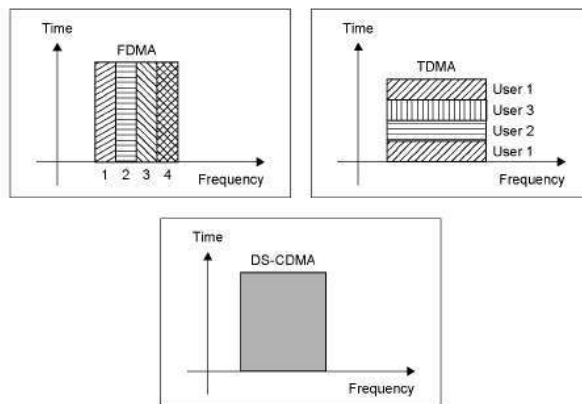
$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м / сек}}{900 \text{ МГц}} \approx 0.33 \text{ м}$$

# **Ҳаракатдаги сотали алоқа тизимининг аналог стандартлари**

ҲСАТ ни биринчилардан бўлиб Скандинавия мамлакатлари ишлаб чиқди. Бу тизим ердаги ҳаракатдаги объектларга хизмат кўрсатиш учун ишлаб чиқилган, лекин ультра қисқа тўлқинлар етиб бориши мумкин бўлган ҳудуддаги ҳаракатдаги денгиз станцияларига ҳам хизмат кўрсатиши мумкин. 40 тадан ошиқ давлатлар NMT-450 ва NMT-900 стандартларини қабул қилишди. Россия NMT-450 стандартини федерал стандарт сифатида қабул қилди. Ўзбекистонда биринчи операторлардан бирлари ҳам NMT-450 стандартидан фойдаланишган.

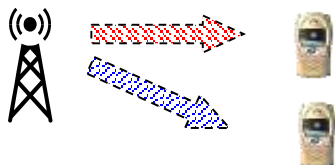
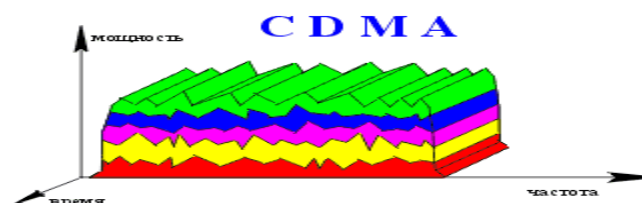
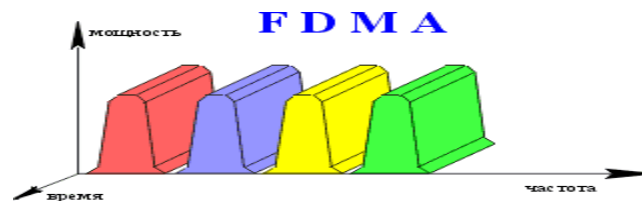


ҲСАТ ни NMT-450 ва NMT-900 стандартларнинг қурилиш принциплари деярли бир хил. Иккиси ҳам NMT-450 стандарти спецификациясига асосланган. NMT-900 стандартларнинг такомиллашиш фарқига асосан ускуналар таркибига кичик ўлчамли қўл станцияларининг киритилиши, ҳамда кенгайтирилган имкониятли бошқариш тизими ва алоқа хизмати кўпайганлигини киритса бўлади. Лекин кичик ўлчамли қўл станциялари NMT-450 стандарти учун ҳам ишлаб чиқилган.





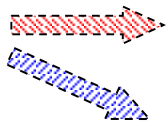
NMT-900 стандарти кодининг тузилишида NMT-450 стандартидан фарқи қўшимча ахборотлар ва линия сигналлари қўшилган. Бундан ташқари мобил коммутация станцияси билан БС орасидаги ўзаро таъсирига тегишли бўлган спецификация қисми ўзгартирилган.



# NMT-450 ва NMT-900 стандартларнинг солиштирма характеристикалари



	Параметр ва характеристикалар номи	NMT-450	NMT-900
1	Частот полосаси (МГц): - дан узатиш учун - АС билан қабул қилиш учун	420-490 453-457,5 463-467,5	890-960 890-915 935-960
2	Каналларнинг частота фарқи, кГц	25(20)	25 (12,5)
3	қабул қилиш ва узатиш дуплекс каналларининг частоталар фарқи, МГц	10	45
4	Каналлар сони	180 (225)	999
5	Сота радиуси, км	15-40	2-20
6	Базовий станция узатгичини қуввати, Вт	max 50	max 25
7	Абонент станция узатгичини қуввати, Вт	15 1,5 0,15	6 1 0,1



Базовий станция 8 ёки 16 нутқ каналларига мўлжалланган. Йўналтириш диаграмма бурчаги  $60^\circ$ ,  $120^\circ$  ва  $360^\circ$  бўлган антенналар қўлланилади. Сотадаги БС лар бир-бири билан базавий станция контроллерлари (БСК) ва коммутация маркази (КМ) билан боғланади.

AMPS (Advanced Mobile Phone) стандартини қўллашга асосланган. Бу стандарт асосан Шимолий ва Жанубий Америкада, ҳамда Австралия, Янги Зеландия, осиё ва Ўрта шарқда ишлатилади. Қўшимча нутқ алоқа каналлар сонини оширишни таъминлайдиган, поласаси кенгайтирилган E-AMPS стандарти ҳам ишлатилади.



Аналог ХСАТ нинг асосий стандартлари

Алока тизимининг характеристики	AMPS (АҚШ)	HCMTS (Япония)	NMT-450 Сканди- навия мамлакат лари	NMT-900 Сканди- навия мамлакатл ари	C-450 (Германия )	TACS (Англия)	ETACS (Англия)	RTMS-101H (Италия)	RADIOCOM- 200 (Франция)
Амалга киритилган йил	1983	1979 1988- янги	1981	1986	1985	1985	1987	1985	1985
Узатишдаги частоталар полосаси (МГц) - базовий станция - абонент станцияси	870- 890 825- 845	870-885 925-940	463-467,5 453-457,5	935-960 890-915	461,3- 465,74 451,3- 455,74	935-950 890-905	917-933 872-888	460-465 450-455	202,7-205,1 424,8-427,9 194,7-197,1 418,8-417,9
Дуплекс каналлар фарки (МГц)	45	55	10	45	10	45	45	10	8;10
Каналлар чатота полосаси (МГц)	30	25/12,5	25/20	12,5	20/10	25	25	25	12,5
Базовий станция нурлайдиган куват (Вт)	100(1)	50/25	50	100	100	100	100	25/25	25 дан 70 гача
Абонент станцияси нурлайдиган куват (Вт)	3	5/1	15/2	6/1	15	2-20	2-20	10/1	11

**1B**

Радиоалоқа деб нимага айтилади ва унга таъриф беринг  
ҲРТнинг вазифаси ва хизмат кўрсатиш зонасининг ўлчамини келтиринг  
Транкинг радиоалоқа тизимларидаги стандартларини келтиринг

**2B**

симплекс ва дуплекс уланишлар ҳақида маълумот беринг  
ERMES коди ҳақида маълумот беринг  
Ҳаракатдаги радиоалоқа тизимларининг классификациясини келтиринг

**3B**

Радио частоталар классификациясини келтиринг  
Шахсий радиочақириқ тизимлари ҳақида маълумот беринг  
TETRAPOL стандарти ҳақида маълумот беринг

**4B**

Радиотўлқинлар тарқалишининг асосий қонунларини ёзинг  
POCSAG стандарти ҳақида маълумот беринг  
Симсиз телефония тизимлари ҳақида маълумот беринг

**5B**

Мобил алоқа тизимларининг классификацияси ҳақида маълумот беринг  
TETRA стандарти ҳақида маълумот беринг  
Ҳаракатдаги сотали алоқа тизимларининг мавжуд бўлган стандартлари ҳақида маълумот беринг

**6B**

Профessional ҳаракатдаги радиоалоқа тизимининг қурилиш принципини келтиринг  
APCO 25 транкинг радиоалоқа тизими ҳақида маълумот беринг  
Йўлдошли алоқа тизимлари ҳақида маълумот беринг



- ***Назорат савол ва топшириқлари:***

1. EDACS стандарти
2. APCO 25 стандарти
3. TETRA транкинг радиоалоқа тизими
4. TETRAPOL стандарти

- ***Мустақил иш топшириқлари:***

1. «EDACS стандарти» мавзусида реферат
2. «APCO 25 стандарти» мавзусида реферат
3. «TETRA транкинг радиоалоқа тизими» ҳақида реферат
4. «TETRAPOL стандарти» ҳақида реферат

- ***Тавсия этиладиган қўшимча адабиётлар:***

1. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. М.:Эко-Трендз Ко, 1997.-238 с.
2. Андрианов В.И., Соколов А.В. Средства мобильной связи. ВНУ Санкт-Петербург, 1998.- 256 с.
3. Невдяев Л. CDMA: IS-95. Сети, 2000, № 3
4. Невдяев Л. Стандарты 3G. Сети, 2000, № 6
5. Ибраимов Р.Р. Мобильные системы связи. Учеб. пос., ТУИТ, 2004.