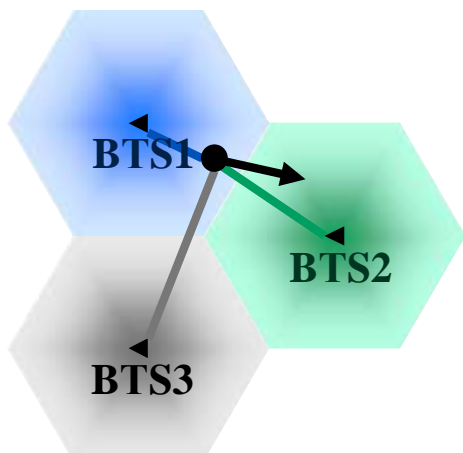


**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АХБОРОТ  
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА КОММУНИКАЦИЯЛАРИНИ  
РИВОЖЛАНТИРИШ ВАЗИРЛИГИ  
Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги  
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
УНИВЕРСИТЕТИ**



**«Мобил алоқа»  
фанидан маъруза**

*МАТ кафедраси катта  
ўқитувчиси Х.Х.Мадаминов*



# Маъруза-6. Кўп сонли уланиш технологиялари



- **Дарсинг мақсади:**

Талабаларда профессионал ҳаракатдаги радиоалоқа тизими ҳақида батафсил тасаввур ҳосил қилиш;

мазкур билимларни мустақил таҳлил қилишга кўмаклашиш;

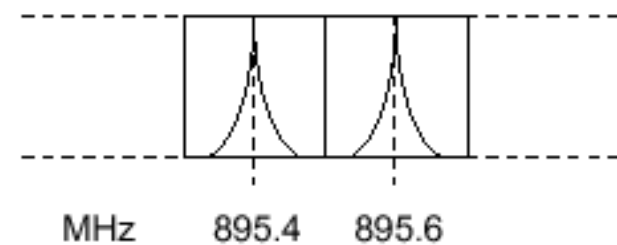
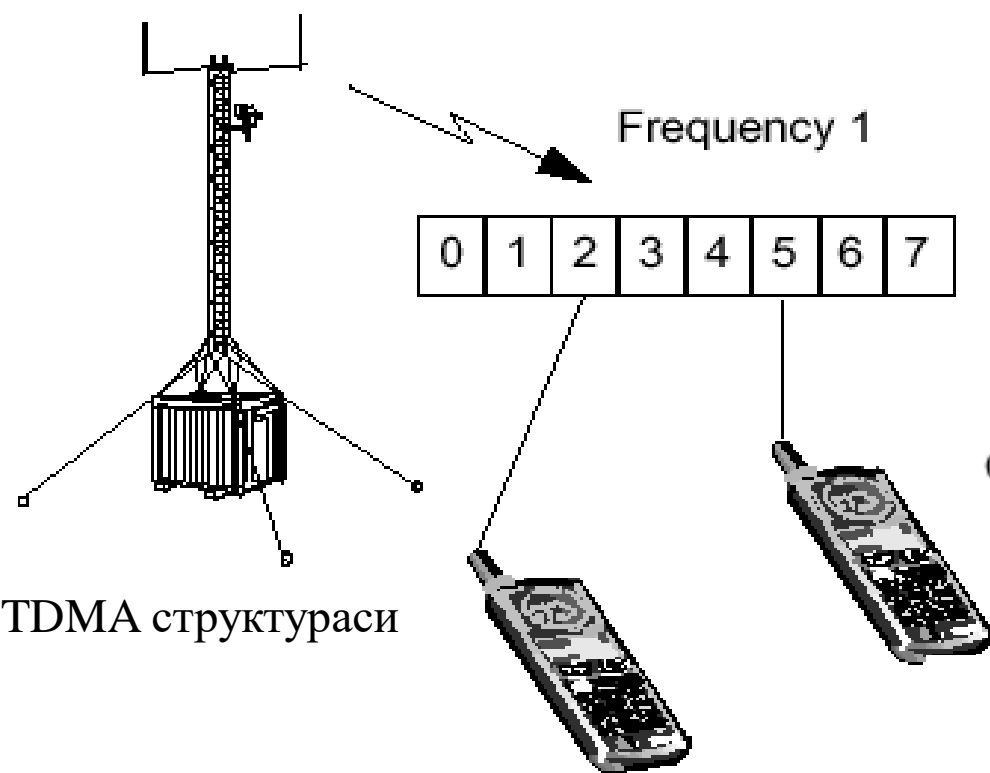
ёшлар ўртасида соғлом маънавий ва тарбиявий муҳитни шакллантириш.

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

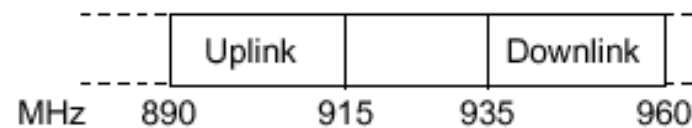
- **Асосий саволлар:**

1. FDMA тизими
2. TDMA тизими
3. CDMA тизими
4. OFDMA тизими
5. “Хэндовер”нинг ташкил этилиши
6. Сотали алоқа тизимларининг эволюцияси



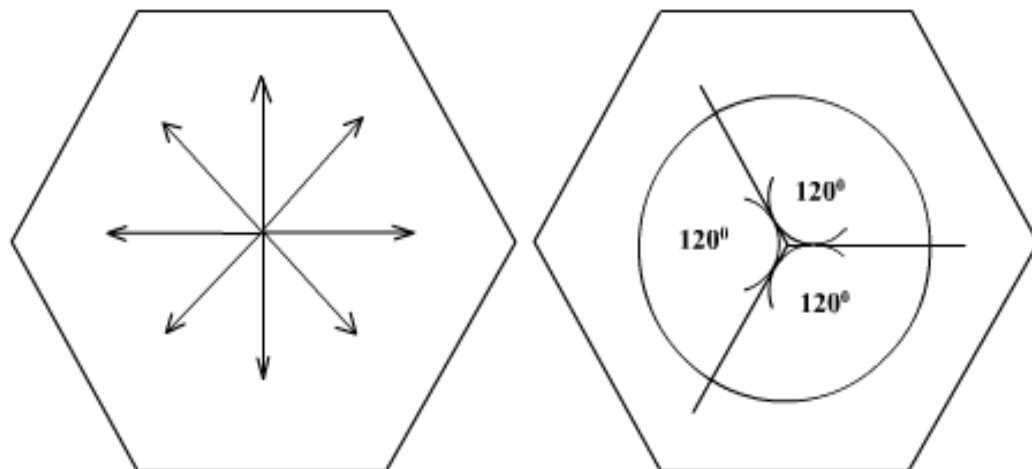


Channel Separation (200 KHz)



Duplex Distance (45 MHz)

(2 x 25 MHz)



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

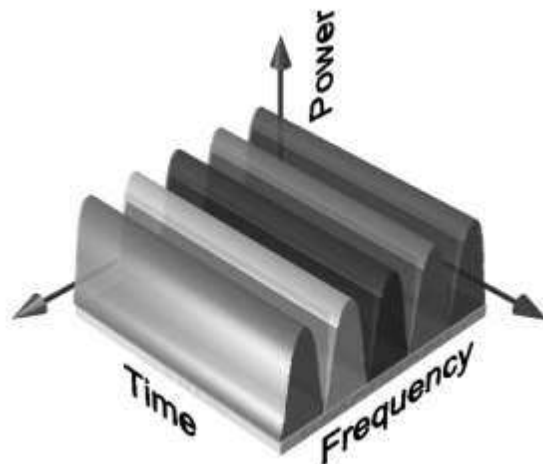
# Кўп сонли уланиш технологиялари

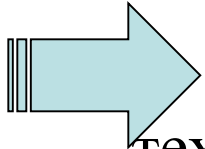
Кўп сонли уланиш — бу базавий станциянинг (ретрансляторнинг) бир вақтнинг ўзида бир нечта абонент ускуналарининг (мобил станцияларнинг) сигналларини қабул қилиш ва узатиш қобилиятини ифодалайди. Кўп сонли уланиш (ёки каналларни ажратиш) технологиялари мобил алоқа технологиялари билан бирга чамбарчас ривожланиб келмоқда.

ХРТ тизимлари асосан икки технология, яъни каналларни частота **(FDMA)** ва вақт асосида **(TDMA)** ажратиш асосида кўп сонли уланиш усуллари билан қурилган бўлса, 3G авлод тизимлари каналларни кодли ажратиш **(CDMA)** технологияси асосида қурилган. Тўртинчи авлод янги мобил технологиялари эса каналларни ортогонал частотавий ажратишли кўп сонли уланиш **(OFDMA)** усули асосида қурилмоқда.

➡ **FDMA (инглизчадан Frequency Division Multiple Access)** услуби ҳаракатдаги радиоалоқа аналогли тизимларида анъанавий равишда, шунингдек, баъзи рақамли тизимларда, одатда, бошқа услублар билан биргаликда ишлатилади.

- Персонал алоқа ҳолатида частота канали кенглиги **25-30 кГц**ни ташкил этади. **FDMA** нинг асосий камчилиги кичик фаолликли кўп сонли абонентларга хизмат кўрсатишда паст ўтказувчанлик қобилияти ҳисобланади.

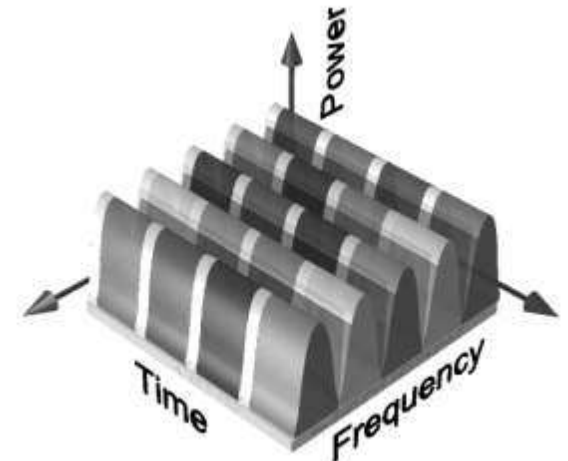


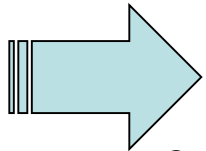


## TDMA (Time Division Multiple Access)

технологиясидан ХРТ нинг кўплаб рақамли тизимларида фойдаланилади: **GSM, D-AMPS, PDC, DECT, TETRA** ва бошқалар. Частотали ажратишли тизимлардан фарқли равишда барча абонентлар битта частота диапазонида ишлайди, бунда уларнинг ҳар бирига ўз вақт интервали (каналли) ажратилади ва бу вақт мобайнида ахборотларни узатишга рухсат этилади

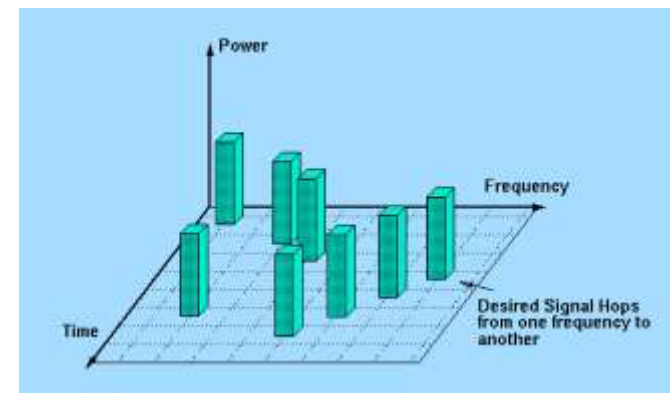
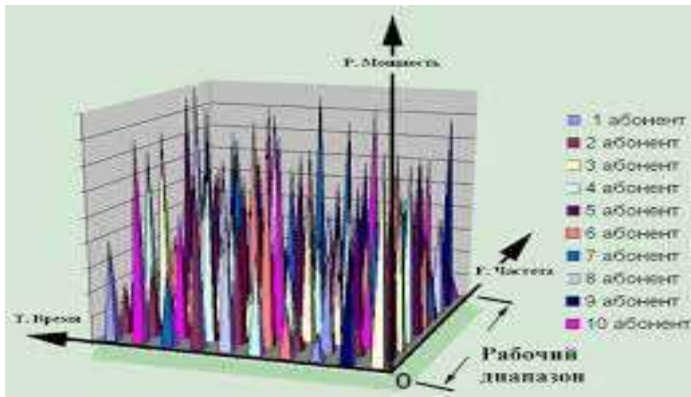
- Масалан, **GSM** да **200 кГц**ли кенгликдаги спектр **8** та каналли интервалларга (тайм-слотларга) бўлинади, D-AMPSда эса 30 кГц полосада 3 та тайм-слот ташкил этилади.





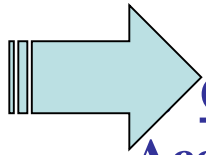
## CDMA (инглизчадан Code Division Multiple)

технологияси иккинчи авлодга тегишли cdmaOne (IS-95) стандартида фойдаланилади ва деярли барча учинчи авлод стандартлари ушбу технология асосида қурилди. Муҳитни бундай ажратиш усулида трафик каналлари ҳар бир фойдаланувчига алоҳида кодли сон бериш билан яратилади, ва у барча полоса кенглигида ёйилади. Яъни частота ва вақт бўйича ажратиш йўқ, барча абонентлар эса доимо бутун канал кенглигини ишлатилади

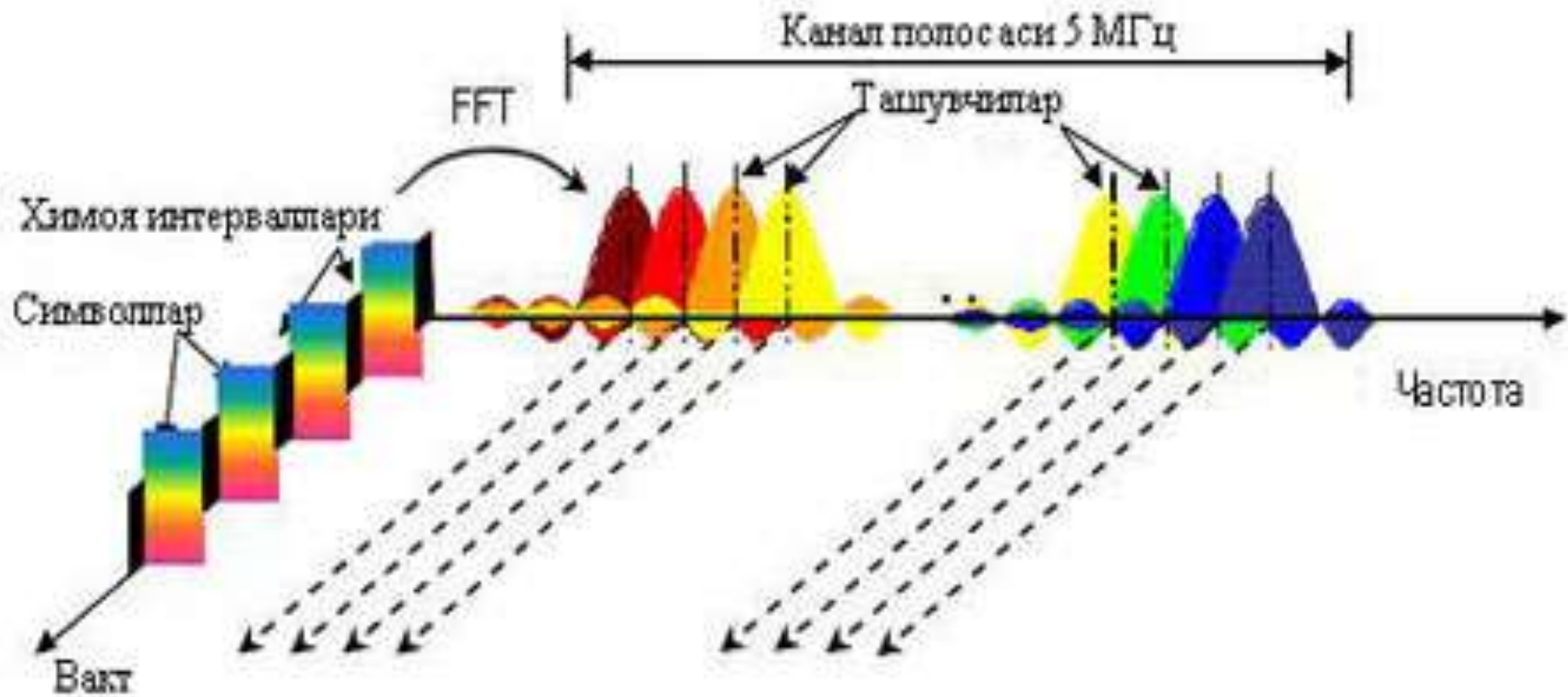




- Алоҳида каналнинг частота полосаси жуда кенг бўлиб, абонентларнинг узатмалари устма-уст тушади, лекин улар код бўйича фарқ қилганлиги сабабли, уларни бир-биридан ажратиш мумкин бўлади. CDMA усулининг асосий принципи физик каналларни кодли ажратиш билан биргаликда псевдотасодифий кетма-кетликларни (ПТК) модуляциялаш ҳисобига спектрни кенгайтириш ҳисобланади. Усулнинг афзалликларига юқори ҳалақитбардошликни, сигналнинг кўп нурли тарқалиш шароитларига яхши мослашувчанлигини, тизимнинг юқори сиғимлилигини ва ахборотларнинг яхши ҳимояланганлигини киритиш мумкин.
- Техник нуқтаи назардан CDMA асосидаги тизим бошқа FDMA ва TDMA асосидаги тизимлардан фарқланадиган қатор ўзига хос хусусиятлари билан тавсифланади. Аввало, қабул қилинадиган сигналлар сатҳларини юқори аниқликда тенглаштириш (текислаш) зарур, шунингдек, тизимли вақт шкаласининг абсолют қийматигача аниқликда мобил станцияларнинг синхронлигини таъминлаш керак. Тизимнинг сиғими бўйича CDMA усули TDMA усулидан 3 марта самаралироқдир (лекин, TDMA да спектрал самарадорликни оширишнинг такомиллаштирилган усуллари қўлланилиши натижасида ушбу кўрсаткич бўйича CDMA усули билан тенглашиб олди).



**OFDMA** (инглизчадан **Orthogonal Frequency Division Multiple Access**) кўп сонли яқин жойлашган ортогонал кичик элтувчи частоталардан фойдаланадиган кўп станцияли рухсат этишнинг рақамли схемаси ҳисобланади. Бир мантикий **OFDMA** канал қоидага кўра, физик каналнинг бутун рухсат этиладиган частоталар диапазони бўйича тақсимланган кичик элтувчиларни қайд этилган тўплами орқали ташкил этилган. Ҳар бир кичик ташувчи паст символли тезликда оддий модуляциялаш схемасида (масалан, квадратурали амплитудавий модуляция, **QAM**) модуляцияланади. Бунда ўша ўтказиш полосасида бир элтувчи оддий модуляциялаш схемасидаги каби маълумотларни узатиш умумий тезлиги сақлаб қолинади. **OFDMA** символ маълумотларни узатиш зонасини ва символлараро интерференцияни олдини олиш учун мўлжалланган узатиш зонасидан кейин турадиган ҳимоя интервалини (символнинг бошланғич фрагментини такрорланиши) ўз ичига олади.



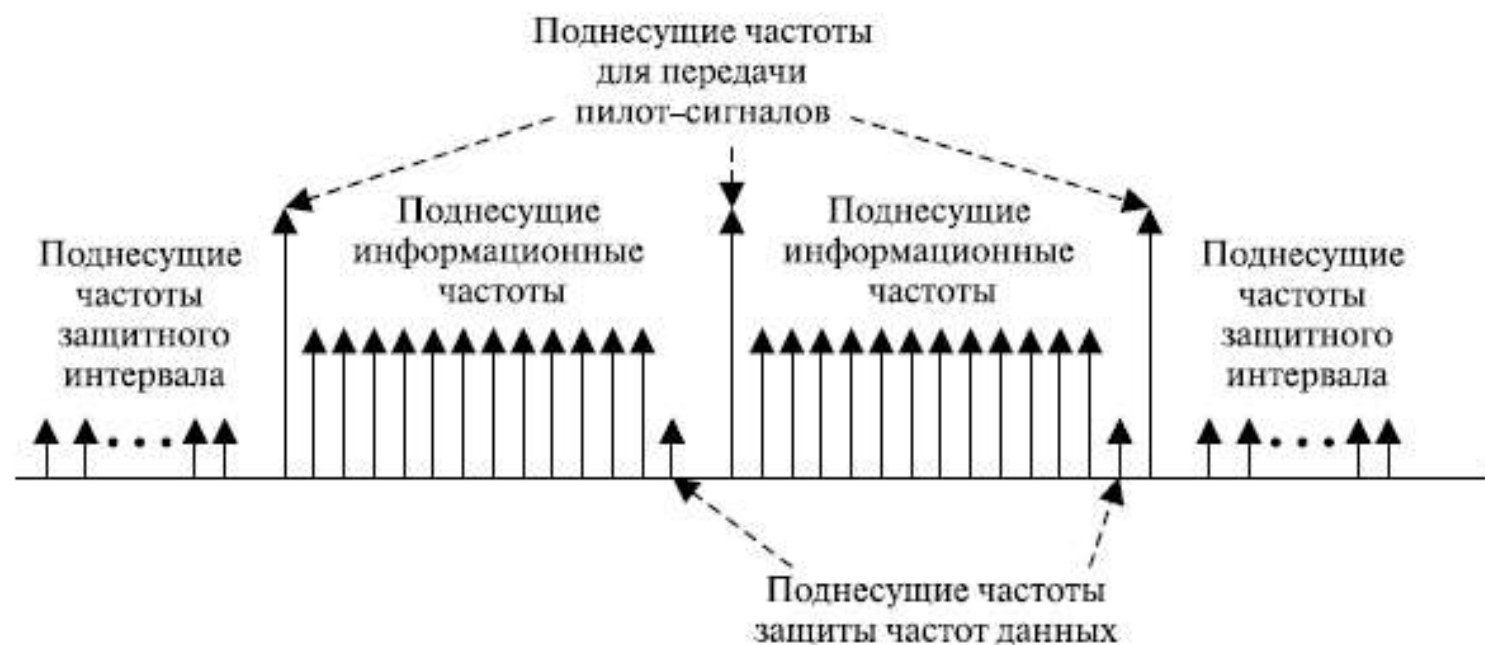
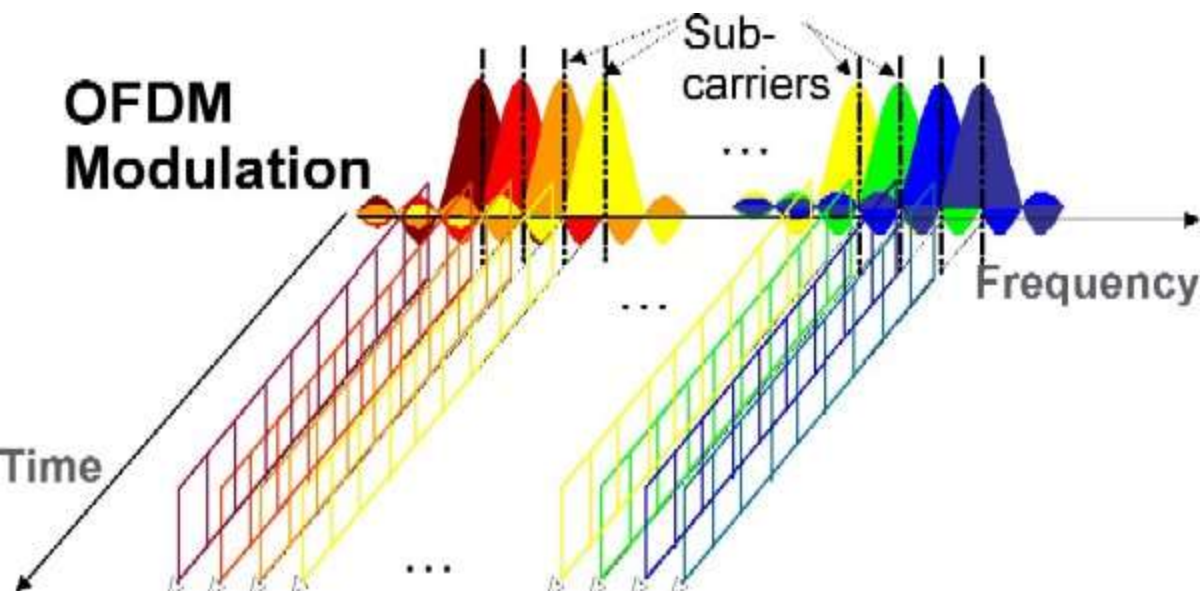
- Каналларни ортогонал частотали ажратишли кўп станцияли рухсат этиш услуги

# OFDM Modulation

Time

Sub-carriers

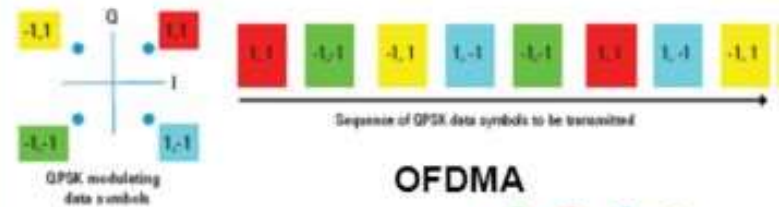
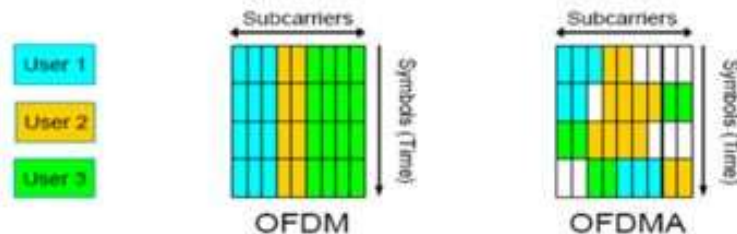
Frequency



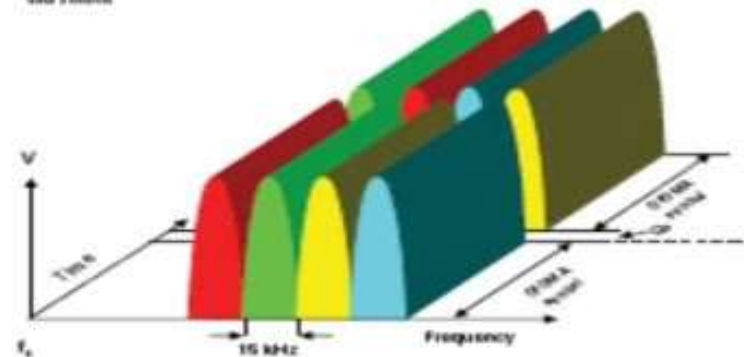
- Бир элтувчили схемаларга нисбатан OFDMAнинг асосий афзаллиги унинг каналдаги мураккаб вазиятларга бардош бериш қобилияти ҳисобланади (масалан, мураккаб филтр-эквалайзерлардан фойдаланмаган ҳолда тор полосали ҳалақитлар ва тўлқин тарқалишининг кўпнурлилигидан келиб чиқадиган частота-танловчанлик сўнишларга қарши курашиш кабилар). OFDM-сигнал битта тез модулланадиган кенг полосали сигнал сифатида эмас, балки кўплаб секин модулланадиган тор полосали сигналлар сифатида кўрилиши лозим. Символларнинг паст тезлиги улар орасида ҳимоя интервалидан фойдаланишга имкон беради, ва шу туфайли вақт бўйича сочилишларни тўғрилашга ва символлараро бузилишларни тузатишга хизмат қилади. Спектрал самарадорлик нуқтаи назаридан OFDMA усулини CDMA усулига нисбатан тахминан 10 карра юқорироқ деб ҳисоблаш мумкин.

## Особенности множественного доступа в LTE (OFDMA, SC-FDMA)

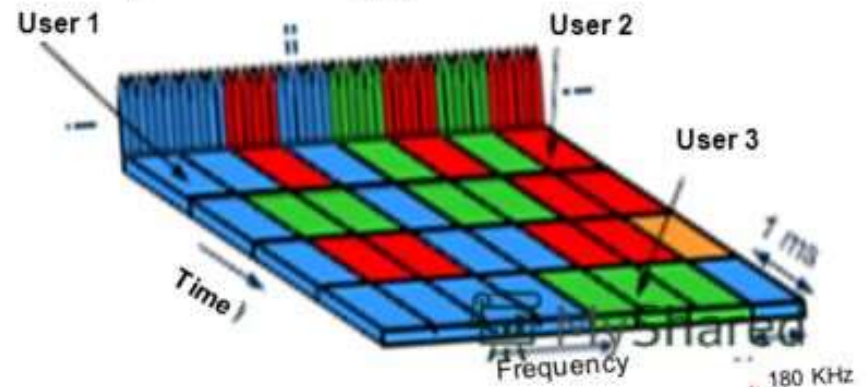
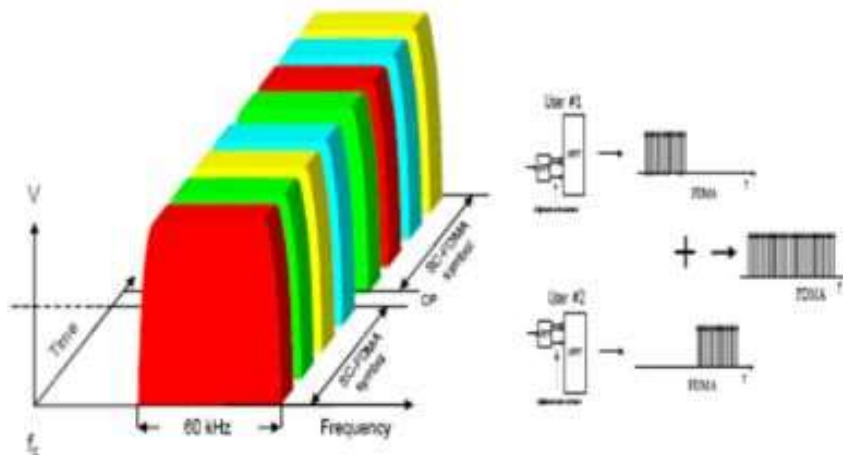
- OFDM = Orthogonal Frequency Division Multiplexing
- OFDMA = Orthogonal Frequency Division Multiple Access
- OFDMA = OFDM + TDMA



OFDMA



SC-FDMA



## “Хэндовер”нинг ташкил этилиши

- Сотали ва йўлдошли алоқа тизимларида абонент ускунаси (ёки мобил станция) бир сотадан бошқа сотага ёки бир сунъий йўлдошдан бошқа сунъий йўлдошга ўтганида чақирувни бошқа каналга автоматик тарзда қайта улаш усули муҳим роль ўйнайди. Бундай усул “хэндовер” (ингл. *handover*) деб аталади. Одатда қўшни сотали базавий станцияга ёки сунъий йўлдошнинг борт антеннасининг бошқа нурига уланишда элтувчи частота алмашади, бу ҳолат алоқа сифатининг пасайишига олиб келиши мумкин.
- Хэндовернинг икки асосий тури мавжуд: “қаттиқ” ва “юмшоқ” хэндовер. Қаттиқ хэндоверда АУ сотадан сотага ўтган пайтда алоқанинг қисқа вақтли узилиши содир бўлади. Хэндовернинг бундай усулидан кўпинча иккинчи авлод сотали тизимларида ва ҳамда аралаш тармоқларда АУ эски тармоқ ҳудудига ўтганида фойдаланилган. Бунда алоқанинг узилиши ва қайта тикланиши телефон трубкасида абонент томонидан “шиқ” этилгандек қабул қилинар эди.

- “Юмшоқ хэндовер” эса алоқа сифатини пастга туширмасдан амалга оширилади. У сота ичида базавий станция антеннасининг турли секторлари орасида (бир элтувчи частотада ёрдамида) амалга оширилади. “Юмшоқ хэндоверда” янги канал эскиси узилишидан олдинроқ уланади. Агар “юмшоқ хэндовер” ташкил этилганида узилиш бўлса, у ҳолда “қаттиқ хэндовернинг” оддий алгоритми ишлатилади.



## **Сотали алоқа тизимларининг эволюцияси**

- Мобил алоқанинг илк тижорат тармоқлари 70-йилларнинг охири ва 80-йилларнинг бошларида пайдо бўлган. Уларнинг барчасида овозни узатишда аналогли частотавий модуляциядан фойдаланилган. Биринчи авлод сотали алоқа стандартларига, одатда, қуйидагилар киритилади.
- Барча аналог стандартларда овозни узатиш учун частотавий модуляция (ЧМ) ёки фазавий модуляция (ФМ) ишлатилган, бошқариш сигналларини (ёки сигнализацияни) узатиш учун эса частотавий манипуляциядан фойдаланилган. Турли каналларда ахборот узатиш учун частота спектрининг турли қисмларидан фойдаланилган. Турли стандартларда 12,5кГцдан 30кГцгача бўлган полосаларда FDMA усулидан фойдаланилган. Аналог тизимларнинг асосий камчилиги ҳам айнан шу билан боғлиқ эди, яъни ажратилган полосада частота бўйича каналларни ажратиш частота ресурсларидан самарали фойдаланиш имконини бермас эди.

## Сотали алоқа стандартлари

Мобил алоқа стандартлари	1G	2G	3G	Pre 4G
GSM / UMTS (3GPP) оиласи		GSM <ul style="list-style-type: none"> <li>GPRS</li> <li>EDGE (EGPRS)               <ul style="list-style-type: none"> <li>EDGE Evolution</li> </ul> </li> <li>CSD</li> </ul> HSCSD	UMTS <ul style="list-style-type: none"> <li>W-CDMA (UMTS)</li> <li>HSPA               <ul style="list-style-type: none"> <li>HSDPA</li> <li>HSUPA</li> <li>HSPA+</li> </ul> </li> <li>UMTS-TDD               <ul style="list-style-type: none"> <li>TD-CDMA</li> <li>TD-SCDMA</li> </ul> </li> <li>FOMA</li> </ul>	3GPP Rel. 8 <ul style="list-style-type: none"> <li>E-UTRA (LTE)</li> </ul>
cdmaOne / CDMA-2000 (3GPP2) оиласи		cdmaOne	CDMA-2000 <ul style="list-style-type: none"> <li>EV-DO</li> </ul>	
AMPS оиласи	<ul style="list-style-type: none"> <li>AMPS</li> <li>TACS / ETACS</li> </ul>	D-AMPS (TDMA)		
Кўп-сонли уланиш услублари	FDMA	TDMA/SSMA	CDMA/W-CDMA	OFDMA
Ишчи частота диапазонлари <ul style="list-style-type: none"> <li>Сотали тизимлар               <ul style="list-style-type: none"> <li>GSM</li> <li>UMTS</li> <li>PCS</li> </ul> </li> <li>SMR</li> </ul>	170МГц, 200МГц, 400МГц, 450МГц, 800МГц, 900МГц	800МГц, 900МГц, 1800МГц, 1900МГц	800МГц, 1800МГц, 1900МГц, 2100МГц	2,4 – 2,6ГГц, 3,5ГГц, 5,6ГГц

## 1B

1. Радиоалоқани ташкил этиш асослари
2. Профессионал ҳаракатдаги радиоалоқа тизимининг қурилиш принципи.
3. TDMA тизими

## 2B

1. Радио частоталар классификацияси
2. Симсиз телефония тизимлари
3. Ҳаракатдаги сотали алоқа тизимларининг мавжуд бўлган стандартлари

## 3B

1. Радиотўлқинлар тарқалишининг асосий қонунлари
2. Рақамли транкинг радиоалоқа стандартларини танлаш бўйича тавсиялар
3. OFDMA тизими

## 4B

1. Шахсий радиочақириқ тизимлари
2. FDMA тизими
3. Сотали алоқа тизимларининг эволюцияси

## 5B

1. Симплекс ва дуплекс алоқа турлари
2. Ҳаракатдаги сотали алоқа тизимининг аналог стандартлари
3. CDMA тизими

## 6B

1. CDMA-2000 стандарти радиоинтерфейс технологияси
2. TDMA тизими
3. “Хэндовер”нинг ташкил этилиши



- ***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.