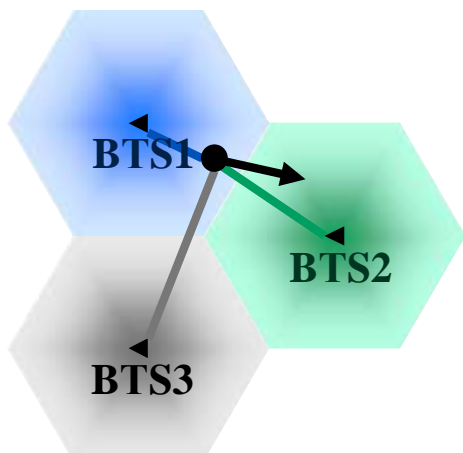


**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АХБОРОТ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА КОММУНИКАЦИЯЛАРИНИ
РИВОЖЛАНТИРИШ ВАЗИРЛИГИ
Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР
УНИВЕРСИТЕТИ**



**«Мобил алоқа»
фанидан маъруза**

*МАТ кафедраси доценти
Ҳ.Х.Мадаминов*



Маъруза-7. Сотали алоқа тизимларининг ЭВОЛЮЦИЯСИ



- **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. “Хэндовер”нинг ташкил этилиши
2. Сотали алоқа тизимларининг эволюцияси
3. Биринчи авлод - 1G стандартлари
4. 2G – иккинчи авлод стандартлари
5. 2,5G авлод мобил алоқа тизимлари



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

Сотали алоқа тизимларининг эволюцияси

Биринчи авлод - 1G стандартлари

Мобил алоқанинг илк тижорат тармоқлари 70-йилларнинг охири ва 80-йилларнинг бошларида пайдо бўлган. Уларнинг барчасида овозни узатишда аналогли **частотавий модуляциядан** фойдаланилган.

- **AMPS** (ингл. *Advanced Mobile Phone Service* - “Такомиллаштирилган мобил телефон хизмати”, шунингдек, “Шимолий Америка стандарти” номи билан машхур. 800МГц диапазонда ишлаган, 1983 йилда фойдаланишга туширилган) - **АҚШ, Канада, Марказий ва Жанубий Америка, Австралия** каби худуд ва давлатларда кенг қўлланилган.
- **TACS** (ингл. *Total Access Communication System* - “Умум уланишли алоқа тизими”, 900МГц диапазонда ишлаган, 1985 йилда ишга туширилган) - **Буюк Британия, Италия, Испания, Австрия, Ирландия** давлатларида фойдаланилган, Американинг AMPS стандарти асосида ишлаб чиқилган.
- **NMT - 450** (ингл. *Nordic Mobile Telephone* – “Шимолий давлатлар мобил телефони”, 450МГц диапазонда ишлаган, 1981 йилда ишга туширилган) мобил алоқа тарихидаги илк стандартдир. **Скандинавия давлатларида** ва жаҳоннинг бошқа кўплаб минтақаларида фойдаланилган. “Скандинавия стандарти” номи билан машхур бўлган. **Ўзбекистонда** сотали алоқа даври бошланишида NMT-450 стандарти асосида “**Ўздунробита**” ҚҚ ўз фаолиятини бошлаган.

2G – иккинчи авлод стандартлари

Рақамли сотали алоқа тизимларининг илк лойиҳалари ўтган асрнинг 90-йиллари бошларида пайдо бўла бошлади. Бундай тизимларнинг олдинги аналог тизимлардан икки принципиал фарқи бор эди:

аналог тизимлардаги каби каналларни частота бўйича тақсимлаш (FDMA) усули ўрнига вақт бўйича тақсимлаш (TDMA) ҳамда кодлар бўйича тақсимлаш (CDMA) усуллари билан бирга модуляциянинг спектрал самарадор усуллари ишлатиш;

овоз ва маълумот узатишни интеграциялаш билан биргаликда маълумотларни шифрлаш (маҳфийлаштириш) ҳисобига фойдаланувчиларга кенг турдаги хизматлар спектрини тақдим этиш имкониятининг мавжудлиги.

Мазкур стандарт бўйича ишлар 1988 йилда бошланиб, 1992 йилда тугатилди ва стандарт **D-AMPS** номини (*Digital* – ингл. “рақамли” олд қўшимчаси билан) ёки **IS-54** белгисини олди. Стандартнинг амалда ишлатилиши 1993 йилда бошланди.

Европада ҳам кўплаб бир-бирига мос бўлмаган аналог стандартларнинг мавжудлиги туфайли аҳвол қийинлашди. Бу ерда вазиятдан чиқишнинг ягона ечими умумий Европа стандарти - **GSM** (GSM-900, 900МГц диапазони) нинг ишлаб чиқилиши бўлди. Стандарт устида ишлар 1982 йили бошланди ва 1987 йилга келиб, стандартнинг барча асосий характеристикалари аниқлаб олинди.

1992-1993 йиллардаёқ, АҚШда Qualcomm компанияси томонидан каналларни кодли тақсимлаш (CDMA) усули асосидаги стандарт ишлаб чиқилди ва ишлатиш учун тавсия қилинди. Стандарт **cdmaOne** номини ҳамда IS-95 белгисини олди. Стандарт дастлаб, 800МГц диапазонда фойдаланиш учун мўлжалланган эди. 1995-1996 йиллар давомида cdmaOne асосидаги тармоқлар **АҚШ, Гонконг ва Жанубий Кореяда** ишлатила бошлади.

2,5G авлод мобил алоқа тизимлари

90-йиллар охирларига келиб, 3G тармоқларининг асосий спецификация (тавсифнома) лари аниқланган бўлса-да, қуйида келтириб ўтиладиган айрим сабабларга кўра реал тижорат тармоқларининг пайдо бўлиши бироз кечикди. Бошқа томондан, GSM тармоқлари бутун дунёда шундай кенг тарқалган эдики, уларнинг яқин орада 3G тармоқларига алмаштирилиши ҳақиқатдан йироқ эди. Шунинг учун ишлаб чиқарувчилар томонидан GSM тармоқларидан 3G тармоқларига босқичма-босқич ўтиш (яъни, эволюцион тарзда, технологияларни такомиллаштириб бориш йўли билан) варианты таклиф этилди.

GPRS (ингл. *General Packet Radio Service* - умумий фойдаланиш учун пакетли радиоалоқа хизмати) - GSM технологияси устидаги маълумотларни пакетлаб узатувчи қурилмадир. GPRS технологияси фойдаланувчиларга GSM тармоғи ичидаги бошқа қурилмалар билан, ёки ташқи тармоқлар билан, жумладан, Интернет тармоғи билан маълумот алмашиш имконини беради.



GPRSдан фойдаланилганда, ахборот пакетларга бўлинади ва айни вақтда эгалланмаган овоз каналлари орқали узатилади. Бундай технология GSM тармоғида частота ресурсларидан самарали фойдаланиш имконини беради. Шунингдек, алоқа оператори овоз ва маълумот трафиклари орасида муҳимлик даражаси асосида приоритетларни (афзалликларни) ўрнатиши мумкин. Бирданига бир неча каналлардан фойдаланиш эвазига маълумот узатиш тезлигини анча юқори даражага етказиш мумкин.

TDMA тайм-слотларининг барчасини ишлатган ҳолда назарий максимал тезлик 171,2 кбит/сек.гача етиши мумкин. Маълумот узатиш тезлиги ҳамда товуш ва маълумот трафикларини аралаштириб узатиш имконияти бўйича GPRS технологиясининг турли синфлари мавжуд.



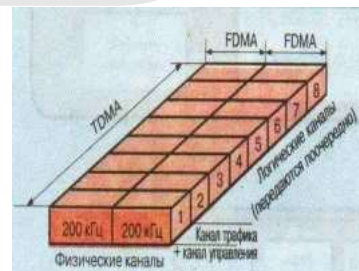
2,75G авлод мобил алоқа тизимлари

GSM тизимларининг маълумотларни пакетлаб узатишда тезликни ошириш йўналишидаги кейинги ривожланиши EDGE технологиясининг яратилишига олиб келди. Ушбу технология илк бор 2003 йилда АҚШда ишга туширилди. Технология айнан Шимолий Америка GSM-операторлари томонидан қўллаб-қувватланди, чунки у ерда кучли рақобатчи - CDMA-2000 стандарти пайдо бўлган эди.

EDGE (ингл. *Enhanced Data rates for GSM Evolution*) - 2G ва 2,5G тармоқларига устқурилма, яъни такомиллаштирилган вариант сифатида ишлаб чиқилган мобил алоқа рақамли технологиясидир. Ушбу технология GSM ва TDMA стандартлари асосида ишлайди ва уни жорий қилиш учун маълум бир модификациялар ва такомиллаштиришлар талаб қилинади.



EDGE технологиясида GSM/GPRSларда ишлатилган **GMSK** (ингл. *Gaussian Minimum-Shift Keying*) бинар манипуляция усули кўп позицияли 8PSK (ингл. *8 Phase Shift Keying*) усули билан алмаштирилиши ҳисобига GPRS технологиясига нисбатан маълумот узатиш тезлиги 3 мартага ошади (элтувчи фазасининг ҳар бир ўзгаришида **GPRS** даги **1бит ўрнига, 3 битли** кетма-кетлик узатилади). Бу эса GSM/EDGE тармоғида тақдим этиладиган умумий тезликни сезиларли даражада ошириш имконини берди. Хусусан, EDGE технологияси **473,6кбит/сек..гача** тезликда (ҳар бири **59,2кбит/сек..** дан **8та** тайм-слот жалб этилганда) маълумот узатиш тезлигини таъминлайди.



EDGE асосида қуйидаги технологиялар ишлаши мумкин:

- **ECSD** (ингл. *Enhanced Circuit Switch Data*) - CSD канали бўйича Интернетга тезкор уланиш;
- **EHSCSD** (ингл. *Enhanced High Speed Circuit Data*) - HSCSD канали бўйича уланиш;
- **EGPRS** (ингл. *Enhanced General Packet Radio Service*) - GPRS канали бўйича уланиш.

Кейинчалик иккинчи авлоднинг бошқа стандартлари учун ҳам пайдо бўлди. Хусусан, cdmaOne (IS-95) тармоқларида маълумот узатиш тезлигини ошириш учун модуляциянинг такомиллаштирилган усулларида фойдаланиш таклиф этилди ва бунинг ҳисобига трафикнинг асосий 64та каналига ортогонал бўлган 64та қўшимча канал ҳосил қилинди.

GSM-операторлар бошқа операторлар каби 3G авлод оиласига яқин бўлган EDGE технологиясидан фойдаландилар.

EDGE технологиясининг қулайлик жиҳатлари унинг GSM стандарти ишлайдиган частоталарда ишлай олиши, мобил терминаллар ишлаб чиқарувчилар учун уни тадбиқ қилиш осонлиги, фойдаланишнинг қулайлиги, GSM технологиясида ишловчилар учун бу стандартга ўтишнинг осонлигидадир.

CDMA-2000 стандарти

CDMA-2000 стандартларининг оиласи (CDMA2000 1X - CDMA2000 EV-DO Rel.0, CDMA-2000 EV-DO Rev.A, CDMA-2000 EV-DO Rev.B, - CDMA-2000 3x) каналларни код асосида ажратувчи – CDMA технологиясини қўллаган ҳолда қурилади. CDMA технологияси ўзининг юқори спектрал самарадорлиги туфайли сотали алоқа тизимларининг иккинчи авлодидан учинчи авлодига ўтиш учун қатъий ечим бўлди. CDMA-2000 стандарти **cdmaOne (IS-95)** тармоқларининг эволюцион ривожланишида учинчи авлоди деб ҳисобланади, ва шуни учун ҳам бу стандартлар тармоқлари ўзаро ишлай олади. CDMA–2000 стандартлари IS-95A версиясининг асосий принципларини сақлаган ҳолда узлуксиз ривожланмокда ва такомиллашиб бормокда. Ўзининг кейинги эволюцион ривожланишида **CDMA-2000 стандартлари LTE стандарти** томон ҳаракатланмокда.

CDMA-2000 1X стандарти асосидаги мобил алоқа тизимларида **1,25МГц** кенгликдаги частоталар полосасидан фойдаланилади ва **153кбит/сек.** гача бўлган маълумот узатиш тезлиги таъминланади. Бу эса товушли алоқа, қисқа хабарларни (SMS) узатиш, электрон почта ва Интернет тармоғида ишлаш, маълумот базалари билан ишлаш, маълумотлар ва ҳаракатсиз тасвирларни узатиш каби хизматларни кўрсатиш имконини беради.

CDMA-2000 EV-DO Rel.0 стандартида худди шу полоса кенглигидан фойдаланилсада, маълумот узатиш тезлиги “пастга” йўналишда **2Мбит/сек.** ва “юқорига” йўналишда **153кбит/сек.** гачани ташкил этди, ва бу стандартни 3G талабларига жавоб берадиган қилди ва реал вақт режимида видео узатиш билан бирга кўшимча хизматлар туркумини тақдим этиш имконини берди.

Кенг полосали **CDMA** технологияси **5 МГц** ёки ундан катта бўлган частота полосасини ишлатади. Бундай полоса танланишининг бир неча сабаблари мавжуд. Биринчиси учинчи авлод сотали алоқа тизимини яратишга қаратилган, бунда унинг узатиш **тезлигини 144 ва 384 кбит/с** гача кўтариш мумкин. Бу тезликлар **5 МГц** полосада ва тармоқ сиғими етарлича бўлганда эришиш мумкин. **2 Мбит/с** тезлик ҳам бир неча қўшимча чегаралашлар киритилганда эришиш мумкин.



- ***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.