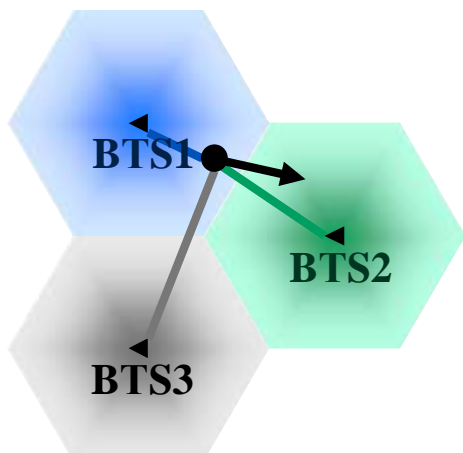


**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АХБОРОТ  
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА КОММУНИКАЦИЯЛАРИНИ  
РИВОЖЛАНТИРИШ ВАЗИРЛИГИ  
Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги  
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
УНИВЕРСИТЕТИ**



**«Мобил алоқа»  
фанидан маъруза**



*МАТ кафедраси доценти  
Ҳ.Х.Мадаминов*



# Маъруза-14. LTE тизимининг ривожланиш тарихи



- **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, CDMA ва CDMA-2000, Транкинг радиоалоқа, шифрлаш ва калитли маскировка

- **Асосий саволлар:**

1. 3,75G авлод стандартлари
2. LTE стандартининг тарихи
3. 4G авлод тизимлари ҳақида асосий тушунчалар
4. LTE стандарти архитектураси
5. GSM + UMTS + LTE тармоғи
6. WiMAX ва Wi-Fi тизимларининг қиёсий таҳлили
7. Кенг полосали симсиз алоқа стандартларини таққослаш жадвали
8. WiMAX ва LTE тизимининг қиёсий таҳлили



### 3,75G авлод стандартлари

**3GPP** доирасида **HSPA** технологиялари характеристикаларини яхшилаш бўйича ишлар давом этди ва натижада 2007 йилнинг охирида “Такомиллаштирилган **HSPA**” ёки **HSPA+** (ингл. *Evolved High-Speed Packet Access*), деб номланган версия ишлаб чиқилди. Бу технология **HSPA** стандартининг кейинги босқичи ҳисобланади ва унга **MIMO** антенна технологиялари билан бир қаторда, мураккаброқ **64-QAM** модуляция схемалари қўшилган. Шу боис **HSPA+** тармоқларида назарий жиҳатдан “пастга” йўналишда **56Мбит/сек.** гача ва “юқорига” йўналишда **22Мбит/сек.** гача бўлган тезликларга эришиш мумкин.

**HSPA+** технологияси **3GPP** лойиҳаси стандартларининг **7-** ва **8-** босқичлари (релизлари)га (ингл. *3GPP Rel. 7 & 8*) киради.

# LTE СТАНДАРТИНИНГ ТАРИХИ

**LTE - Long Term Evolution** - мобил алоқа протоколи бўлиб, келажакда маълумотлар узатиш тезлигига бўладиган эҳтиёжни қондириш учун **UMTS** стандартини такомиллаштириш бўйича **3GPP** лойиҳаси ҳисобланади. Ушбу такомиллаштириш натижасида, мисол учун, алоқа самарадорлигини ошириш, тармоқларни ташкил этишдаги харажатларни камайтириш, тақдим этиладиган хизматлар даражасини мукаммаллаштириш ва кенгайтириш, шунингдек, мавжуд мобил ва кенг полосали алоқа протоколлари билан ўзаро ҳамкорликни таъминлаб бериш имкониятлари пайдо бўлади. **3GPP LTE** стандартида маълумот олишнинг назарий тезлиги **326,4Мбит/сек.**, узатишнинг тезлиги эса, **172,8Мбит/сек.** гача етиши мумкин.

LTE стандартида турли хил мултиплекслаш технологиялари ҳамда модуляция усуллари қўлланилиши кўзда тутилган, хусусан:

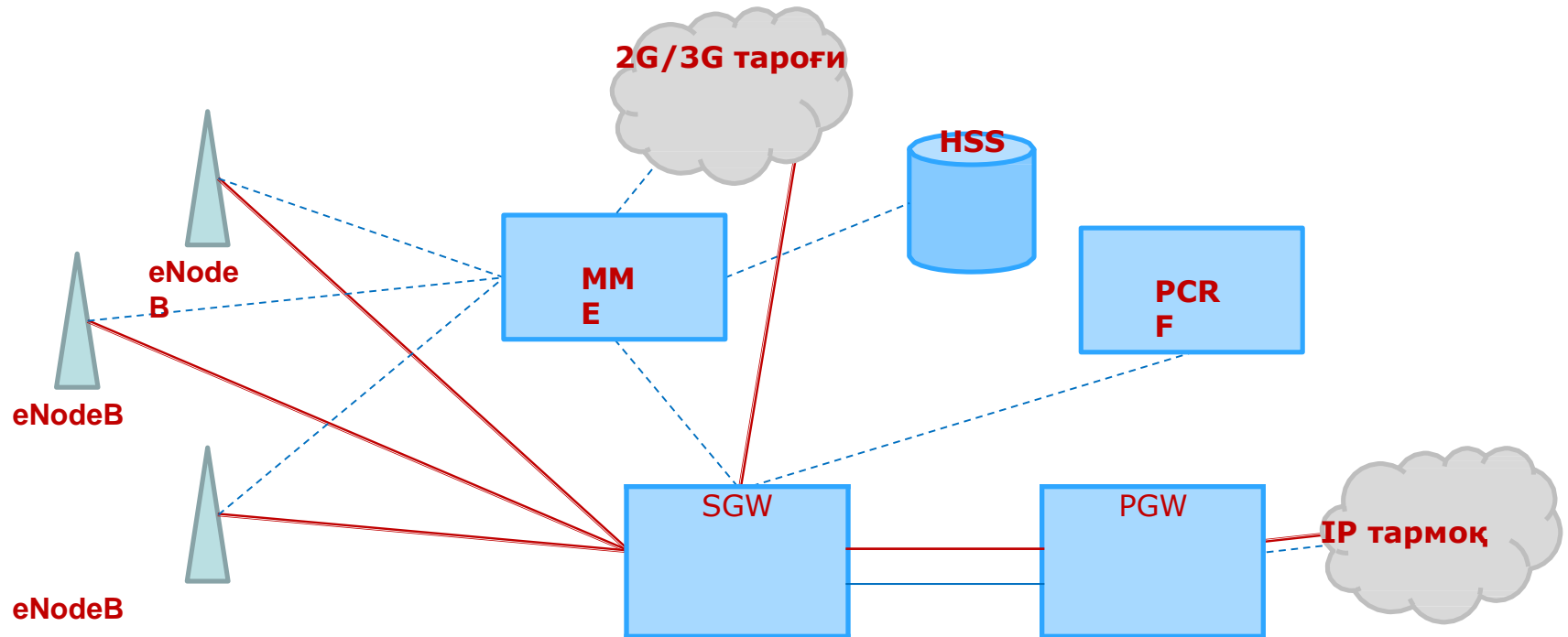
- “пастга” йўналишда узатиш учун - ортогонал частотали мултиплекслаш технологияси - **OFDM** ҳамда **QPSK, 16-QAM ва 64-QAM** модуляция усуллари;
- “юқорига” йўналишда узатиш учун - бир элтувчи частотали мултиплекслаш технологияси - **SC-FDMA** ҳамда **BPSK, QPSK, 8-PSK, 16-QAM** - модуляция усулларидан фойдаланилган.

## 4G авлод тизимлари ҳақида асосий тушунчалар

4G оиласига мобил алоқа тармоқларида **100Мбит/сек.дан** ортиқ тезликда маълумотларни узатишга имкон берадиган технологияларни киритиш кўзда тутилган. Кенг маънода **4G** - бу яна маълумот узатувчи умумий уланиш тармоқларига (масалан, Интернетга), шунингдек **Wi-Fi** (унинг янги стандартлари) ва **WiMAX** (назарий жиҳатдан бу стандартда тезлик **1Гбит/сек.дан** ортиши мумкин) тармоқларига симсиз кенг полосали уланиш технологияларидир. Қиёслаб кўрилса, ҳозирги кунда дунёда кенг тарқалган **GSM/EDGE (2G/2,5G)** сотали алоқа стандартида маълумотларни узатиш тезлиги **384кбит/сек.** ни ташкил этади.

Бугунги кунда назарий жиҳатдан маълумотларни узатиш тезлиги **1Гбит/сек.** гача бўлган тизимлардан **Wi-Fi (IEEE 802.11n стандарти)** ва **WiMAX (IEEE 802.16m стандарти)**, шунингдек, мобил алоқа технологияси - **LTE** (аниқроғи унинг такомиллаштирилган варианты **LTE-Advanced**) 4G таркибига кириш имкониятига эгадирлар.

# LTE стандарти архитектураси



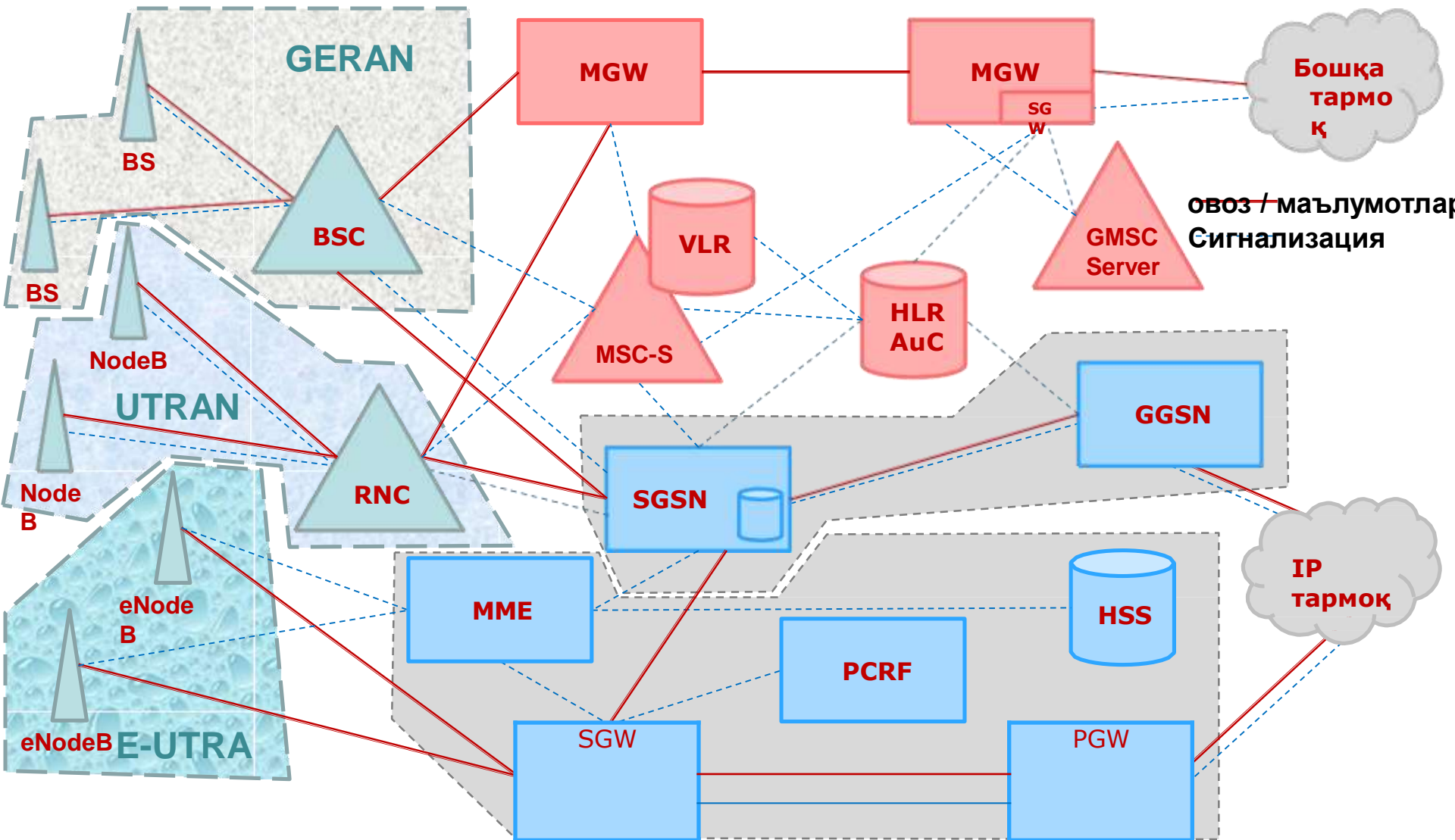
eNodeB – Evolved NodeB  
MME – Mobility Management  
Entity  
SGW – Serving GateWay  
PGW – Public Data Network  
GateWay

PCRF – Policy and Charging Rules  
Function  
HSS – Home Subscriber Server

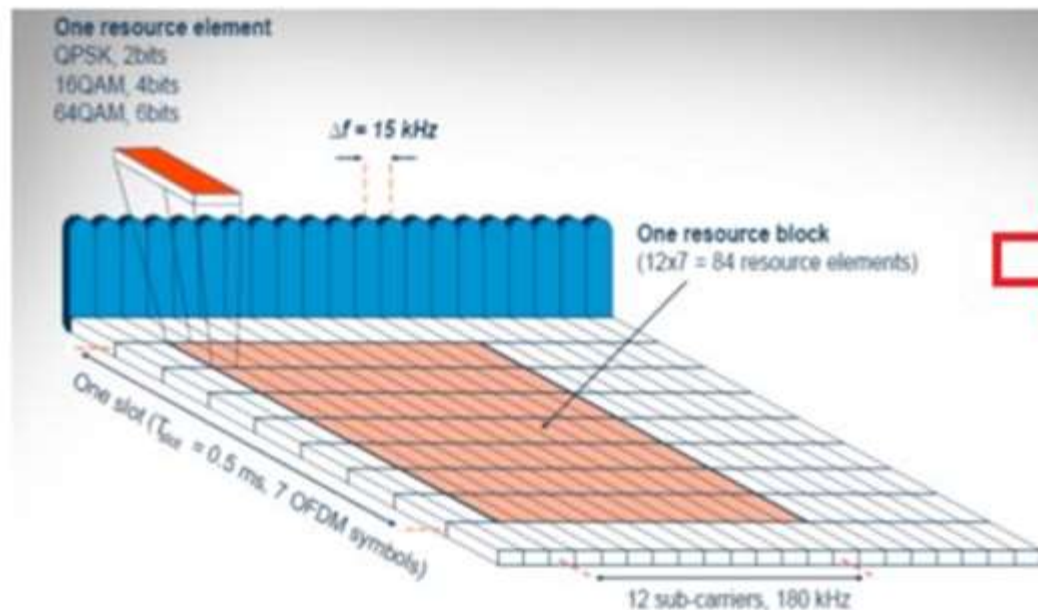
— овоз/ахборот  
- - - - - Сигнализация

Ҳамма элементлар IP тармоғи орқали боғланади

# GSM + UMTS + LTE тармоғи



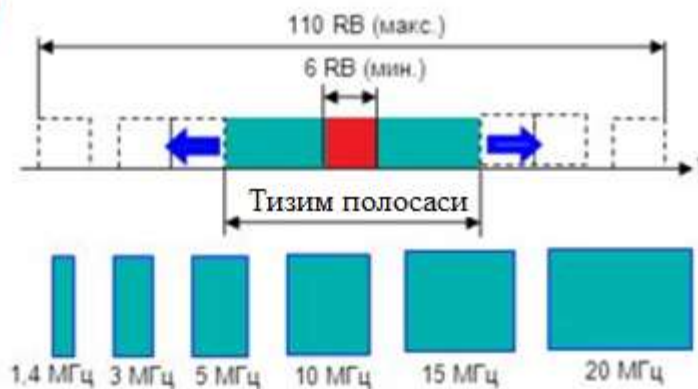




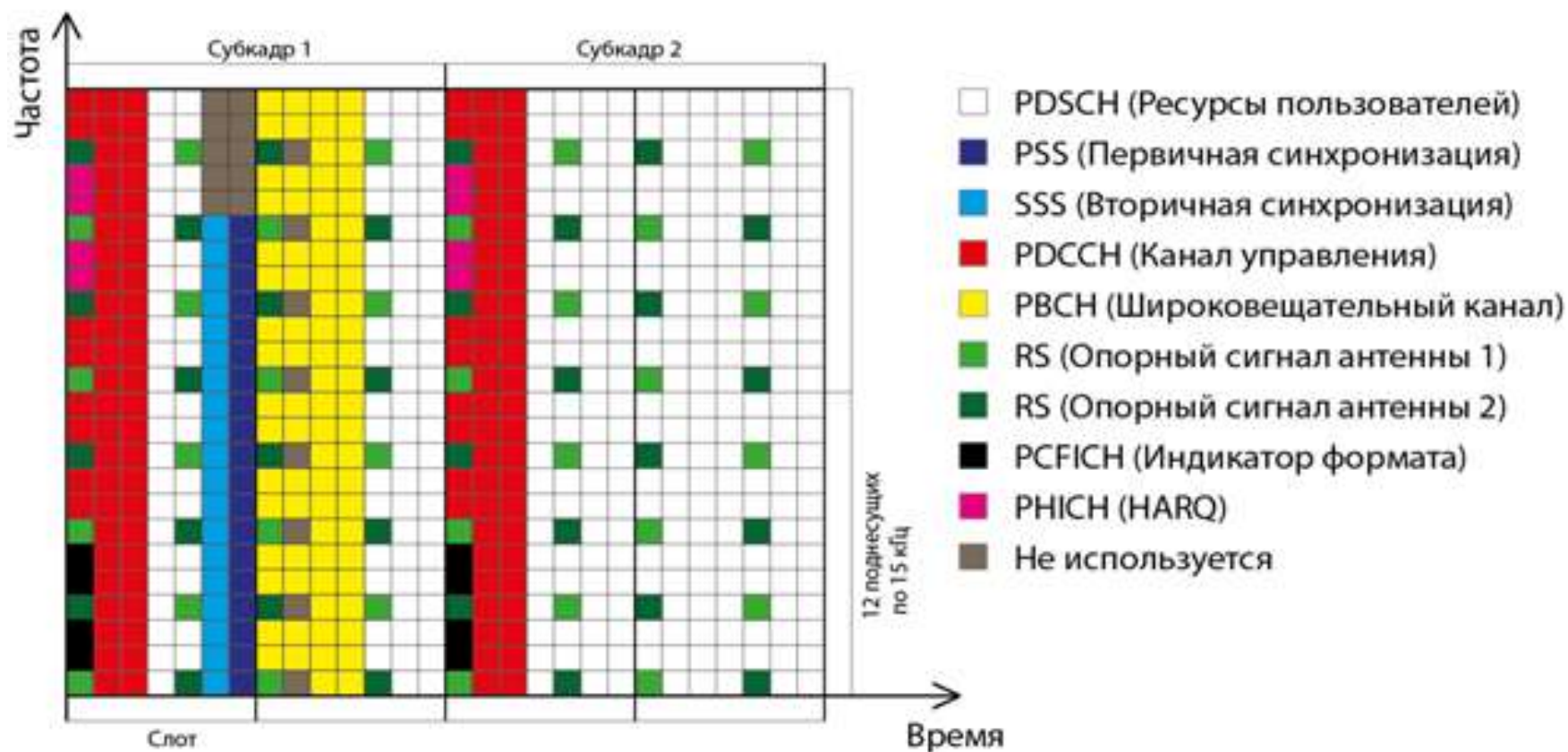
Source: Ericsson



Мин. кол-во РВ: 6  
Макс. кол-во РВ: 110



Канал кенглиги МГц	1,4	3	5	10	15	20
Ташувчи частота	15 кГц					
Такти частота МГц	1,92	3,84	7,68	15,36	23,04	30,72
Таш-чи час. сони	732	1464	3012	6012	9012	12012
РВ сони	6	15	25	60	75	100



Мултимедиа ахборотни узатувчи кенг  
полосали симсиз тармоқлари  
(IP-телефония, маълумотлар, видеотасвир)

Сотали телефония +  
маълумот узатиш

3G, GSM, CDMA, UMTS,  
CDMA-2000 стандартлари

IP-телефония, маълумот ва  
видеотасвирни узатиш

IEEE 802.11 (Wi-Fi),  
802.16 (WiMAX)  
стандартлари

GSM-WCDMA-  
HSDPA-  
HSUPA-LTE

CDMA-CDMA 1x-  
EVDORevA-  
EVDORevB-  
EVDORevC

802.11a,b,g,n  
(Wi-Fi)  
802.11s (MESH)

IEEE 802.16-2004  
(турғун WiMAX)  
IEEE 802.16e  
(мобил WiMAX)

4G технологияси

Технологияларнинг 4G томонга ривожланиши


- Бугунги кунга келиб Мобил ва кенг полосали алоқа тизимларига бутун дунёда катта эътибор бериб келинмоқда, шу билан бирга ахборот телекоммуникация тизимларидан фойдаланувчиларнинг ҳам юқори сифатли, барқарор алоқа тизимларига талаби тобора ортиб бормоқда. Шунинг учун мазкур битирув малакавий ишимда Мобил алоқа тизимида 3G авлодининг ривожланиш истиқболлари атрофлича ўрганиб чиқилди.
- Ҳозирги кунда дунё миқёсида иккинчи авлод мобил алоқа тизимларидан учинчи авлод тизимларига ўтиш жадал тусда амалга оширилмоқда. Ҳақиқатан, тарқалиши даражаси бўйича 3G тармоқлари мобил алоқанинг жаҳон бозорида 30 фоизини эгаллаган. Бу жараёнда 3G технологияларининг функционал имкониятлари ҳам жойида турмаяпти ва 3,5G номини олган (яъни HSPA ва HSPA+ тизимлари) янги ишланмалар сари ривожланиб бормоқда, шундан Ўзбекистонда ҳам HSPA ва LTE технологиялари томон ривожланиб бормоқда. Ҳозирда «UMS», «Ucell», ва «Uzmobile» компаниялари LTE технологиясини синов тариқасида ишга туширган.

Сўнгги йилларда ҳаракатдаги сотали алоқа тизимлари жадаллик билан ривожланиб бормоқда. Биринчи навбатда сотали алоқа тизимлари ва сунъий йўлдош орқали алоқа тизимини айтиб ўтиш лозим. Охирги 5 йилликда симсиз алоқа тизимлари WiFi, WiMAX LTE технологиялари жадаллик билан ривожланиб бормоқда. Ҳозирги пайтда бундай тизимларнинг учинчи авлоди 3G ва тўртинчи авлоди 4G технологиялари ишга туширилмоқда.

# WiMAX ва Wi-Fi тизимларининг қиёсий таҳлили

WiMAX – бу одатда провайдерга охирги фойдаланувчига Интернет тармоғига “нуқта-нуқта” тури ёрдамида уланишни таъминлаш учун фойдаланиладиган бўшлиқ масофаларни қамраб оладиган узок масофали ишлайдиган алоқа тизимидир. 802.16 оиласининг турли стандартлари, қайд этилган то мобилгача турли уланиш режимларини таъминлайди.

Wi-Fi-бу Интернетга чиқиш ва Интернетга чиқмасдан қисқа масофаларда локал тармоқни ташкил этиш учун фойдаланиладиган тизимдир.



WiMAX ва Wi-Fi тизимлари умуман турли QoS хизмат кўрсатиш механизмларига эга, WiMAX тизими база станция ва абонент ускунаси орасидаги ҳар бир боғланишга ягона QoS даражасини ўрнатишга асосланган механизмдан фойдаланади. WiMAX тизимида ҳар бир боғланиш учун юқори QoS даражасини кафолатлайдиган махсус режालаштириш алгоритмига асосланади. Wi-Fi ўз навбатида ҳар бир пакет турли QoS даражасини оладиган Ethernet тармоқларида ишлатиладиган QoS механизмидан фойдаланади. Шундай қилиб, Wi-Fi тизимида ҳар бир боғланиш учун бир хил QoS даражаси кафолатланмайди. Нисбатан паст нархи ва ўрнатишда соддалиги туфайли Wi-Fi тизимлари миждозларга Интернетга тез уланишни тақдим этиш учун ишлатилади, масалан, кўплаб кафеларда, меҳмонхоналарда, вокзаллар ва аэропортларда бепул Wi-Fi уланиш нуқталарини учратиш мумкин.

## Кенг полосали симсиз алоқа стандартларини таққослаш жадвали

Технология	Стандарт	Синфи	Ўтказиш қобилияти	Қамров худуди	Частота диапазони
<b>Wi-Fi</b>	802.11 a	WLAN	54 Мбит/сек.	100 м гача	5 ГГц
<b>Wi-Fi</b>	802.11 b	WLAN	11 Мбит/сек.	100 м гача	2.4 ГГц
<b>Wi-Fi</b>	802.11 g	WLAN	54 Мбит/сек.	100 м гача	2.4 ГГц
<b>WiMAX</b>	802.16 d	WMAN	73 Мбит/сек.	6-10 км	1.5-11 ГГц
<b>WiMAX</b>	802.16 c	Мобил WMAN	30 Мбит/сек.	1-5 км	2-6 ГГц



# WiMAX ва LTE тизимининг қиёсий таҳлили

3GPP тизимларнинг эволюцияланишидаги кейинги қадам, ваҳоланки стратегик қадам Long Term Evolution (LTE) тизими ҳисобланди. Улар кирувчи каналдаги OFDMA технологияси ва чиқувчи каналдаги SC-FDMA технологияси билан фарқланади. Модуляциялаш 64QAMгача, каналнинг кенглиги 20 МГцгача, TDD ва FDD дуплекслашга эга. Адаптив антенналар тизимлари, тез мослашувчан уланиш тармоғи қўлланилган. Тармоқ архитектураси тўлиқ IP-тармоқдан иборат. LTE тизимида мобил WiMAXда қўлланиладиган технологиялар ва усуллар ишлатилади.


LTEнинг мавжуд сотали алоқа тармоқларига жорий этиш кенг каналдан устунлик олиш учун минимум равишда янги радиочастоталар ресурсларини талаб қилади. Бундан ташқари, тескари мослашувчанликни таъминлаш учун икки режимли абонентлар қурилмалари зарур бўлади. Шунинг учун 3G тизимлардан LTEга аста-секин ўтиш жуда муаммо ҳисобланади.

Параметрлар	HSPA			WiMAX	
	7-релиз		8-релиз	1.5-релиз	
Диапазон, ГГц	2,0			2,5	
Дуплекслаш	FDD			FDD	TDD
Каналнинг кенглиги, МГц	2x5			2x5	10
БС антенналари	1x2	2x2		2x2	
АС антенналари	1x2			1x2	
Модуляциялаш ва кодлаш тезлиги					
кирувчи каналда	64QAM	16QAM	64QAM	64QAM	
чиқувчи каналда	16QAM-3/4			64QAM-5/6	
кирувчи каналда	17,5	21	35	36	48
чиқувчи каналда	8,3	8,3	8,3	17	24

HSPA(7-ва 8-релизлар) ва WiMAX(1.5-релиз) тизимларининг таққослаш

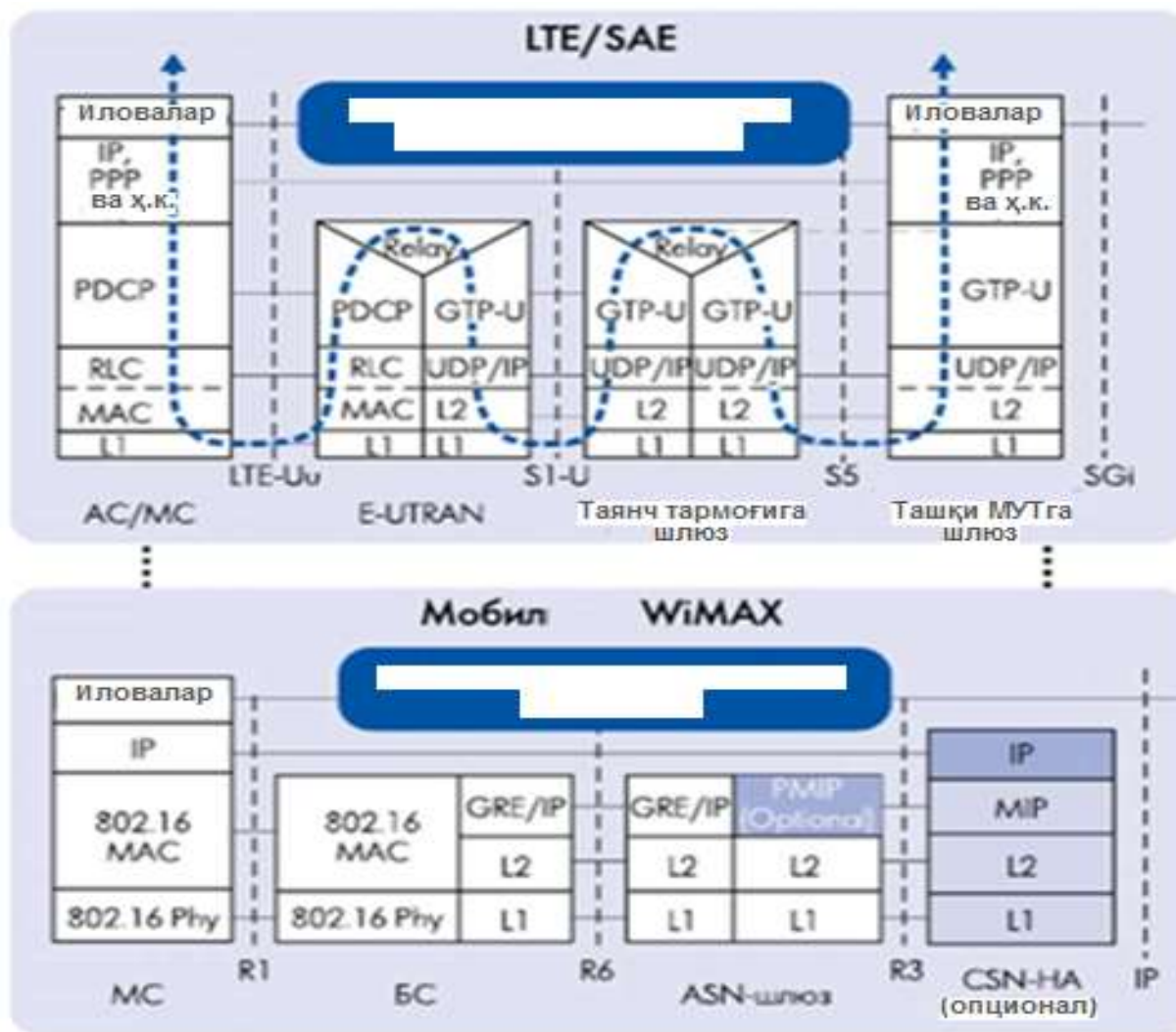
## LTE va WiMAX технологияларининг асосий параметрларини таққослаш

Параметры	LTE	WiMAX 1.5-релиз
Дуплекслаш	FDDnTDD	FDD и TDD
Таҳлил қилиш учун частоталар диапазони	2000 МГц	2500 МГц
Кагналнинг кенглиги	20 МГцгача	20 МГцгача
Базадан	OFDMA	OFDMA
Базага	SC-FDMA	OFDMA
Спектрал самарадорлик, бит/Гц/с		
кирувчи канал, MIMO (2x2)	1,57	1,59
чиқувчи канал, SIMO (1 x2)	0,64	0,99
Мобил станциянинг максимал тезлиги, км/соат	350	120
Кадрнинг узунлиги, мс	1	5
Антенналар тизимлари		
кирувчи канал	2x2, 2x4, 4x2, 4x4	2x2, 2x4, 4x2, 4x4
чиқувчи канал	1x2, 1x4, 2x2, 2x4	1x2, 1x4, 2x2, 2x4



Агар WiMAX тармоғи тўлиқ IETF IP-протоколларга асосланса, у ҳолда LTE тармоғи мураккаброқ бўлади, кўпроқ протоколларни, шу жумладан 3G протоколларини ўз ичига олади. Муҳимки, WiMAX технологиялари соҳасидаги интеллектуал мулк, мос патентлар кўплаб компаниялар орасида тақсимланган, очик патентлаш тузилган, бу абонентлар қурилмалари нархларини пасайтиришга имкон беради.

Лекин мобил WiMAXнинг энг асосий авзаллиги бозорга чиқиш вақти ҳисобланади. 2008 йилнинг охирига келиб деярли фақат 100 та сертификатланган WiMAX маҳсулотлари бўлган, уларнинг сони 2011 йилга келиб бир тартибга солинди. Қатор мобил WiMAX тармоқлари тижорат ишлатилишига киритилган. LTE тармоқлари фақат 2010 йилдан қурила бошланди. Мавжуд 3G тармоқларни LTE тармоқларга алмаштириш учун инвестициялар ҳажмини WiMAX-тармоқларини қуришга ҳаражатлар билан таққосласа бўлади, вақт омили, айнан 2-3 йилга ютуқ 4G технологияларни танлашда ҳал қилувчи бўлди.



**LTE ва WiMAX тармоқларининг тизим архитектуралари**

UMTS тармоқлари операторларига LTE технологиясига ўтиш оддийроқ. UMTS ва LTE орасидаги тескари мослашувчанлик ҳам таянч тармоғи даражасида, ҳам радиоинтерфейс даражасида мавжуд эмас. Янги тармоқларни яратишдаги инвестицияларни эса ҳам LTEда, ҳам WiMAXда таққосласа бўлади. Яъни операторларга бу нуқтаи назардан барибир. Лекин уларга базор рақобати нуқтаи назаридан барибир эмас. Улар учун WiMAXнинг истиқболи аён, LTEни эса кутиш керак. кутиш эса мумкин эмас. Шунинг учун қатор сотали тармоқлар эгалари-компаниялар бугунги кунда WiMAX тармоқларини муваффақиятли қуришмоқда. Бинобарин, бу ўз масштаби ва тармоқ идеологияси бўйича энг илғор йўл ҳисобланади. АҚШда бундай компанияларга Sprint-Cleaware лойиҳаси, Покистонда Wateen тармоғи, Жанубий Карейда KoreaTelecom, Ҳиндистонда TataCommunications тармоғи ва бошқалар киради. Мавжуд WiMAX тизимлари доирасида эса 3Gдан, LTEга ўтишга қараганда кейинги даража стандартларига, ҳатто қайд этилган уланишдан ўтиш анча оддий бўлади. Яъни операторлар истиқболли технология сифатида WiMAXни танланишини тўғри ҳисоблашади.

# хулоса

Хулоса ўрнида шуни айтиш мумкинки операторлар учун элементлар базаси ва қурилмаларни қувватли ва манфаатдор қўллаш ҳисобланади. Албатта, 3GPP/3GPP2 стандартлари қурилмалари ишлаб чиқарувчилари ҳам жим туришмайди. Бу технологик авлодни микроэлектроникага алмаштирилиши ҳисобланади. Уч йилдан кейин ҳатто бугунги кунда орзу қилиш мумкин бўлмайдиган имкониятлар пайдо бўлади. Масалан қабул-қилиш/узатиш антенналарнинг йўналтирилганлик диаграммалари динамик шакллантириладиган абонентлар қурилмалари реал бўлиб қолади, МНК ро-mesh-тармоқлар учун миллиметрли диапазонлардаги (60 ГГц атрофида) каналлар учун мумкин бўладиган элементлар базаси пайдо бўлади, фемтосоталар арзон ва оммавий бўлиб қолади ва ҳ.к. ва барча бу инновацияларда WiMAX-форумга кирадиган барча ишлаб чиқарувчилар жуда манфаатдор бўлади. Шунинг учун бу технологияни ривожлантириш учун қизиқтиришлар жуда юқори, истиқболлари эса жуда ўзига жалб қилади.

Эътиборингиз учун раҳмат





• ***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.