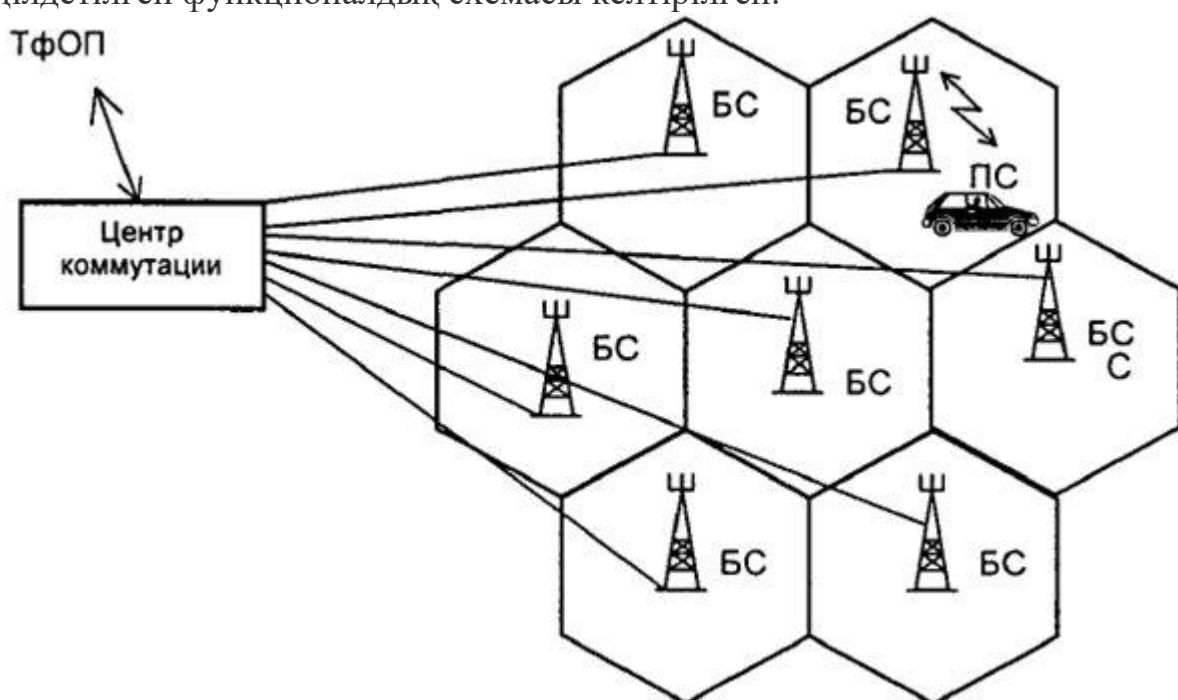


## 2-Дәріс. Екінші дәрежелі мобильді байланыс жүйесі.

### Функционалдық схема

Ұялы байланыс жүйесі қызмет ететін аймақты жабатын ұяшықтар көрінісінде жасалады. Әдетте ұяшықтар дұрыс алтыбұрыш көрінісінде бейнеленеді. Әр ұяшық ортасында өзінің аймағында көшпелі станцияларға (подвижные станции ПС) қызмет ететін негізгі станция (базовая станция БС) орналасады. Абонент бір ұяшықтан екіншісіне көшкенде қызмет ету бір негізгі станциясынан екіншісіне көшеді.

Барлық негізгі станциялар (БС) ажыратылған сымдар немесе радиорелейлік байланыс каналдарымен коммутациялау орталығымен (КО - центр коммутации - ЦК) қосылған. КО-дан телефондық жалпы пайдалану станциясына шығыс бар. 1 суретте жүйенің жоғарыда баяндалған құрылымға сай жеңілдетілген функционалдық схемасы келтірілген.

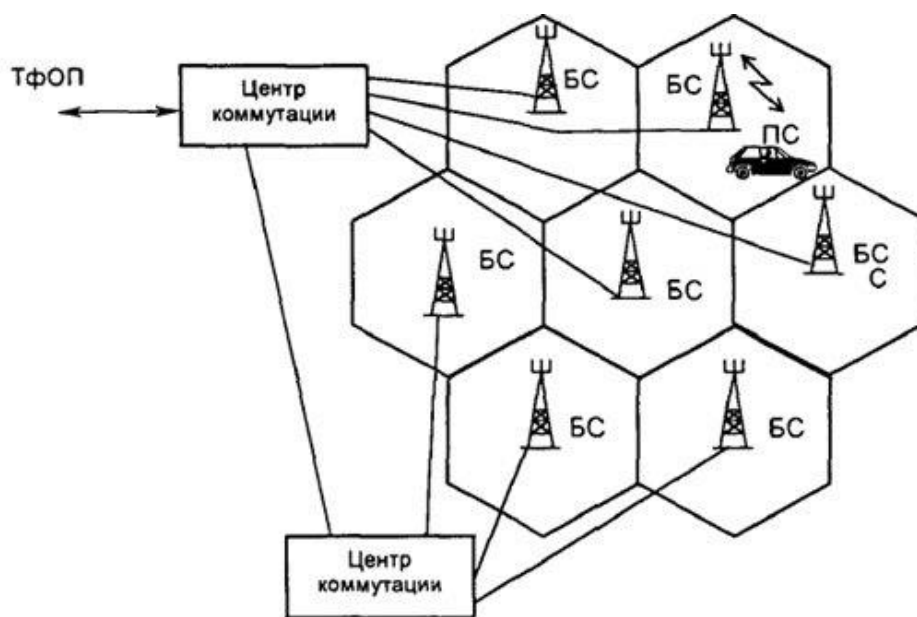


1. сурет. Көшпелі байланыстың ұялық желісінің құрылымы

Ұялы байланыс жүйесі бір коммутациялау орталығынан тыс тағыда КО-ға ие болуы мүмкін. Бұл желінің даму эволюциясына немесе коммутациялау сыйымдылығының шектелуімен байланысты. Мысалы бірнеше КО-ға ие жүйе құрылымы болуы мүмкін (2 сурет). Біреуі шартты басты, шлюздық немесе транзиттық деп аталады.

Ең қарапайым жағдайда жүйе бір КО-ға ие болып онда үй регистры болады да ол басқа жүйелер қызмет ететін аймақтармен шекараласпайтын шағын жабық аймаққа қызмет етеді. Егер жүйе үлкен аймаққа қызмет көрсетсе ол екі және одан көп КО-ға ие бола алады, солардың бастысында үй регистры болады, ал қызмет көрсететін аймақ басқа жүйелермен қызмет көрсететін аймақтармен шекаралас-пайды. Екі жағдайда да абоненттердің ұяшықтар арасында көшуі қызмет етуді көшіреді, ал басқа жүйе аймағына өту – роумингке алып келеді. Егер жүйе басқа ұялы байланыс жүйесімен

шекаралас болса онда абоненттің бір жүйеден басқа-сына көшуі қызмет көрсетудің жүйе арасында өзгеруіне алып келеді.



2 сурет. Екі коммутациялау орталығына ие ұялы байланыс желісі.

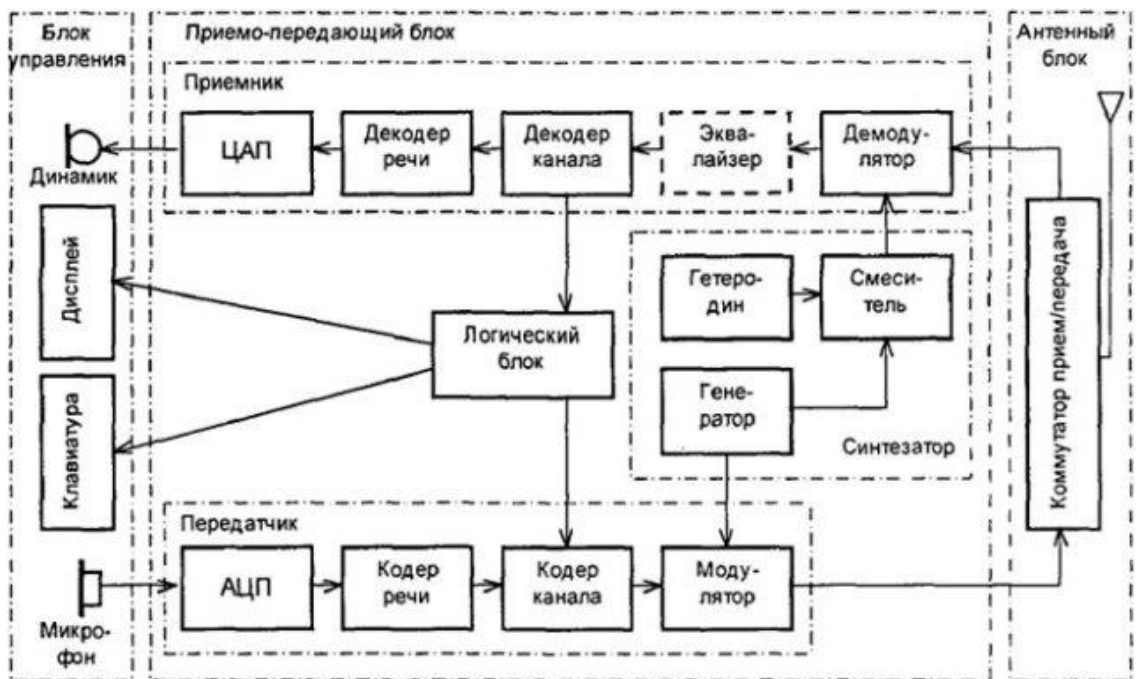
### Көшпелі станция

Цифрлық көшпелі станцияның (КС – подвижная станция – ПС) блок-схемасы 3 суретте келтірілген. Оның құрамына: басқару блогы, қабылдау-тарату блогы, антеналық блок енеді.

Басқару блогы микрофон мен динамик, қлавиатураға және дисплейге ие. Клавиатура шақырылатын абоненттің телефон номерін және КС жұмыс режимін анықтайтын командаларды теруге арналған. Дисплей құрылғы көрсететін түрлі информацияны және станцияның жұмыс орындауына байланысты бейнелерді көрсетуге арналған.

Қабылдау-тарату блогы таратушы, қабылдағыш, жиіліктерді синтездеу және логикалық блоктарға ие.

Таратқыш құрамына мыналар кіреді: АСТ (АЦП) – сигналды микрофон шығысынан сандық түрге түрлендіреді және барлық кейінгі өңдеу мен сөз сигналдарын тарату сандық түрге түрленеді; сөз кодері – сөз сигналын кодтауды жүзеге асырады, яғни сандық формаға ие сигналды оның артықшылығын қысқарту мақсаттағы нақты заңдармен түрлендіру; канал кодері – сөз кодерінің шығысынан алынатын сигналды байланыс линиясы бойымен тарату кезіндегі қателерден қорғауға арналған қосымша (артық) ақпаратты сандық формаға қосады; дәл сол мақсатпен ақпарат белгілі қайта орауға (жинауға) ұшырайды; сонымен қатар канал кодері таратылатын сигнал құрамына логикалық блоктан келіп түсетін басқару ақпаратын енгізеді; модулятор – кодерленген бейнесигнал ақпаратының тасымалдаушы жиілікке орын ауыстыруын жүзеге асырады.



3 Сурет. Жылжымалы станцияның блок-схемасы

Қабылдағыш құрамы жағынан таратқышпен бірдей, бірақ оның блоктарына енетін функциялар кері; демодулятор – модульденген сигналдан ақпарат тасушы кодталған бейнесигналды бөліп алады; канал декодері – кіріс ағыннан басқарушы ақпаратты бөліп алады және оны логикалық блокқа бағыттайды; қабылданған ақпарат қателердің бар-жоқтығына тексеріледі, және табылған қателер түзетіледі; келесі өңдеуге дейін қабылданған ақпарат кері қайта орауға (кодерге қатысты) ұшырайды; сөз декодері – оған канал кодерінен келіп түсетін сөз сигналын өзіне тән артықшылығымен, бірақ сандық түрде табиғи формасына қайта қалпына келтіреді; САТ – қабылданған сандық сөз сигналын аналогты формаға түрлендіреді және оны динамика кірісіне жібереді; эквалайзер – көпсәулелі кеңістік таралу салдарынан сигнал ауытқуларының бөлшектік компенсациялануы үшін қызмет атқарады; шын мәнінде ол жіберілетін сигнал құрамына кіретін символдардың үйретілетін тізбегіне бапталған адаптивті фильтр болып табылады; эквалайзер блогі функцияналды қажетті болып табылмайды және кейбір жағдайларда болмауы да мүмкін.

Логикалық блок – бұл жылжымалы байланыс (ЖБ) жұмысын басқаруды жүзеге асыратын микрокомпьютер. Синтезатор ақпаратты радиоканал бойымен тарату үшін арналған тасымалдаушы жиілік тербелісінің көзі болып табылады. Гетеродин мен жиілік түрлендіргішінің болуы тарату және қабылдау үшін түрлі спектр бөлігінің (жиілік бойынша дуплексті бөлу) қолданылатындығымен келісілген.

Антенналық блок антенна (қарапайым жағдайда төрттолқынды найза ) мен қабылдау/тарату коммутаторынан тұрады. Сандық станция үшін соңғысы – антеннаны не таратқыш шығысына қосатын, не қабылдағыш кірісіне қосатын электрондық коммутатор болуы мүмкін, себебі сандық

жүйенің ЖБ-сы ешқашан да бірізгіде қабылдау мен таратуға жұмыс жасамайды.

Жылжымалы станцияның блок-схемасы (3 сурет) оңайлатылған болып табылады. Бірақ онда күшейткіштер, селектрлейтін тізбектер, синхрожиілік сигналдарының генераторлары және олардың ажырату тізбектері, қуаттың тарату мен қабылдауға басқару схемалары, белгілі жиілік каналында жұмыс жасауға арналған генератор жиілігін басқару схемасы және т.б. көрсетілмеген. Кейбір жүйелерде ақпарат тарату конфиденциалдығын қамтамасыз ету үшін шифрлеу режимін қолдану мүмкін; бұл жағдайда ЖБ-тың таратқышы мен қабылдағышы мәліметтер шифраторы мен дешифратор блоктарын қамтиды. ЖБ жүйесінде GSM жүйелерінде абонент идентификациясының арнайы модулі (Subscriber Identity Module – SIM) қарастырылған. GSM жүйесінің жылжымалы станциясы сөз белсенділігінің детекторын (Voice Activity Detector) қамтиды. Ол қорек көзі энергиясын (сәлеленудің орта қуатының төмендеуі) экономды жұмсау, сонымен бірге жұмыс жасайтын таратқыш кезінде басқа да станциялар үшін пайда болатын кедергі деңгейлерін төмендету мақсатымен абонент сөйлеген кездегі уақыт интервалында ғана таратқыштың сәулеленуге жұмысын қамтиды. Таратқыш жұмысындағы үзіліс уақытында қабылдағыш жолға қосымша жабдықталған шу енгізіледі. Қажетті жағдайларда ЖБ-қа жеке терминалдық құрылғылар кіруі мүмкін, мысалы факсимильді аппарат, соның ішінде сәйкес интерфейстерді қолданатын арнайы адаптерлер арқылы қосылатындары.

Аналогты ЖБ блок-схемасы АСТ/САТ мен кодек блоктарының болмауы себепті сандыққа қарағанда қарапайымырақ, бірақ анағұрлым үлкен дуплексті-антенналық қайтақосқыш есебінен күрделірек, өйткені аналогты станцияға бір мезгілде тарату мен қабылдауға жұмыс жасауға тура келеді.

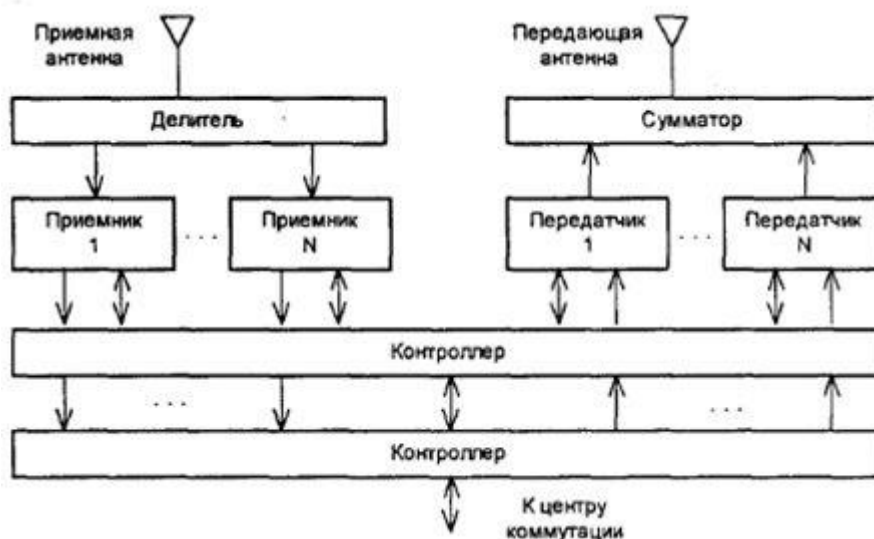
### **Базалық (негізгі) станция**

БС блок-схемасы 4 суретте келтірілген. БС ерекшелігі тіркелген қабылдауды қолдану болып табылады, сондықтан да станция екі қабылдағыш антеннаға ие болу керек. сонымен қатар, БС таратуға және қабылдауға бөлек антенналарды қамтуы мүмкін (4 сурет осы жағдайға сәйкес келеді). Келесі ерекшелігі – бірнеше қабылдағыштардың және түрлі жиіліктермен бірнеше каналдарда бір мезгілде жұмыс жүргізуге мүмкіндік беретін соншама таратқыштардың болуы.

Біратаулы қабылдағыштар мен таратқыштар бір каналдан басқасына өтуі кезіндегі олардың қайта құрылысын қамтамасыз ететін жалпы тірек генераторларын қамтиды; қабылдау/таратқыштардың нақты саны  $N$  ЖБ құрылымына және комплектациясына тәуелді.  $N$  қабылдағыштардың бір қабылдағышқа және  $N$  таратқыштардың бір таратқыш антеннаға бір мезгілдегі жұмысын қамтамасыз ету үшін қабылдағыш антенналар мен қабылдағыштар арасында  $N$  шығыстарға қуат бөлгіші, ал таратқыштар мен таратқыш антенналар арасында  $N$  кірістерге қуат сумматоры қондырылады.

Қабылдағыш пен таратқыш та ЖБ сияқты құрылымға ие, бірақ онда САТ пен АСТ болмауы себепінен, өйткені таратқыштың кіріс сигналы да

қабылдағыштың шығыс сигналдары да сандық формаға ие. Кодектер БС қабылдау-таратқышының құрамында емес, коммутация орталығы (КО) құрамында құрылымдық түрде жүзеге асады, бірақ функционалды түрде олар қабылдағыш-таратқыштардың элементтері болып табылады.



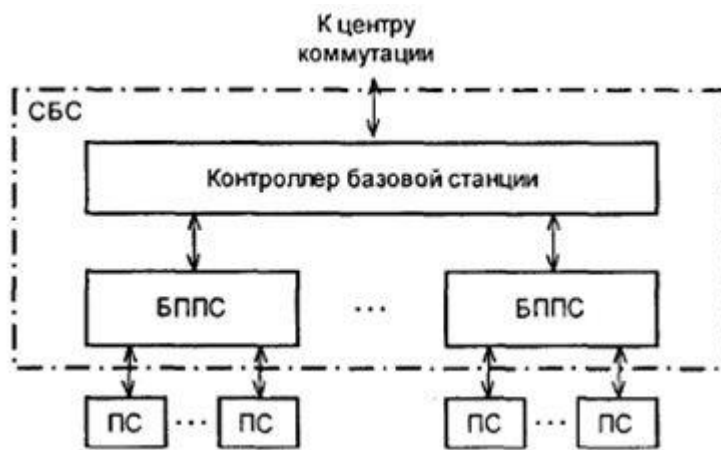
4 Сурет. Базалық станция блок-схемасы

Түйіндесу блогі байланыс линиясы бойымен КО-ға жіберілетін ақпараттың жинақтауын және одан қабылданатын ақпараттың түйінін шешуді жүзеге асырады. БС-тың КО-мен байланысы үшін әдетте радиорелелік немесе талшықты-оптикалық линия қолданылады, егер олар территория жағынан бір жерде орналаспайтын болса.

БС контроллері (компьютер) станция жұмысын басқаруды және сонымен бірге оған кіретін барлық блоктар мен түйіндердің жұмыс қабілеттілігін бақылауды қамтамасыз етеді.

Сенімділікті қамтамасыз ету үшін БС-ның көптеген блоктары мен түйіндері резервтелінеді (екі еселенеді) станция құрамына тоқтаусыз қоректің автономды көздері (аккумулятор) кіреді.

GSM стандартына БС контроллері мен бірнеше (мысалы, 16-ға дейінгі) базалық қабылдағыш-таратқыш станциялары (БҚТС) кіретін БС жүйесінің ұғымы қолданылады – 5 сурет. Негізінен, бір жерде орналасқан және жалпы БС контроллерінде (БСК) тұйықталатын үш БҚТС ұяшықтар аралығындағы өзінің 120-градустық азимуталдық секторына немесе бір БСК-мен 6 БҚТС-ті – алты 60-градустық секторларға қызмет көрсете алады. D-AMPS стандартында аналогты жағдайда әрқайсысы өз контроллерімен бір жерде орналасқан және әрқайсысы өз секторлық антеннасына жұмыс жасайтын сәйкесінше үш немесе алты тәуелсіз БС-лар қолдана алады.



5 Сурет. GSM стандартының базалық станциясының жүйесі

### Коммутация орталығы

Коммутация орталығы – бұл желіні басқарудың барлық функцияларын қамтамасыз ететін ұялы байланыс желісінің (ҰБЖ) автоматты телефондық станциясы. КО ЖБ-ны үнемі бақылап отыруды жүзеге асырады, ЖБ орын ауыстыру кезінде байланыс үздіксіздігіне қол жететін олардың эстафеталық таралуын және бөгеттердің немесе үздіксіздіктердің пайда болуы кезіндегі жұмыс каналдарының қосылуын ұйымдастырады.

КО-да барлық БС ақпараттарының ағындары тұйықталады, және ол арқылы басқа байланыс желілеріне шығу жүзеге асырылады, мысалы стационарлы телефон желілері, қалааралық байланыс желілері, спутниктік байланыс, басқа ұялы желілер. КО құрамына бірнеше процессорлар (контроллерлер) енеді.

Коммутация орталығының блок-схемасы 6 суретте көрсетілген.



6 Сурет. Коммутация орталығының схемасы

Коммутатор байланыс линиясына ақпарат ағындарының аралық өңдеуін (жинау/түйінін шешу, буферлік сақтау) жүзеге асыратын сәйкес келетін байланыс контроллерлері арқылы қосылады. КО мен жүйенің жұмысын басқару негізінен орталық контроллерден жүзеге асады. КО жұмысы операторлардың қатысуын есептейді, сондықтан орталық құрамына сәйкес терминалдар, сонымен бірге ақпараттардың бейне мен регистрация

(документтеу) құралдары кіреді. Оператор арқылы абоненттер мен оларды күту шарттары, жүйенің жұмыс режимдері бойынша бастапқы берілгендер жөніндегі мәліметтер енгізіледі, қажетті жағдайларда оператор команданың жұмыс жүрісі бойынша талап қойылғандарын береді.

Жүйенің негізгі элементтері берілгендер базасы (БД) – үй регистрі, қонақ регистрі, аутентификация орталығы, аппаратура регистрі болып табылады. Үй регистрі (орналасу жері – Home Location Register, HLR) берілген жүйеде тіркелген барлық абоненттер және оларға көрсетілетін қызмет түрлері жөніндегі мәліметтерді қамтиды. Онда шақыруды ұйымдастыруға арналған абоненттердің орналасу жері белгіленіп жазылады және шындығында көрсетілген қызметтер тіркеледі. Қонақ регистрі (орналасу жері – Visitor Location Register, VLR) қонақ-абоненттер (роумерлер), яғни басқа жүйеде тіркелген, бірақ дәл осы уақытта ұялы байланыс қызметтерін берілген жүйеде қолданатын абоненттер жөніндегі мәліметтерді қамтиды. Аутентификация орталығы (Authentication Center) абоненттердің аутентификация және мәліметтерді шифрлеу процедурасын қамтамасыз етеді. Аппаратура регистрі (идентификациясы – Equipment Identity Register), егер ол бар болатын болса, ЖБ-ның оның жөнделуі мен бекітілген қолданылу затына пайдаланылатын мәліметтерді қамтиды. Негізінде, онда ұрланған абоненттік аппараттар, сонымен қатар техникалық ахаулары бар, мысалы мүмкін етілмеген жоғары деңгей бөгеттерінің көзі болып табылатын аппараттар тіркелуі мүмкін.

### **Ұялы байланыс интерфейстері**

Ұялы байланыстың әрбір стандартында жалпы жағдайда түрлі стандарттарда түрліше болатын бірнеше интерфейстер қолданылады.

ЖБ-тың БС-мен, БС-ның КО-мен (ал GSM стандартында БС қабылдау-таратқышының БСК-мен байланысына арналған жеке интерфейс) коммутация орталығының – үй регистрімен, қонақ регистрімен, аппаратура регистрімен, стационарлы телефондық желімен және басқаларымен байланысына арналған өзіндік интерфейстер қарастырылады.

Барлық интерфейстер бір не сол сияқты ақпараттық тораптың түрлі стандартымен анықталатын түрлі интерфейстерді қолдану мүмкіндігін жоймайтын түрлі дайындаушы фирмалардың аппаратураларының сыйымдылығын қамтамасыз етуге арналған стандартизацияларға жатады. Кейбір жағдайларда қазіргі бар стандартты интерфейстер қолданылады, мысалы, сандық ақпараттық желілердегі протоколдарға сәйкес келетін айырбас.

ЖБ пен БС арасындағы интерфейс алмасу эфирлік интерфейс немесе радиоинтерфейс (air interface) атауына ие және сандық ұялы байланыстың (D-AMPS және GSM) екі негізгі стандарттары үшін түрліше ұйымдасуына қарамастан Dm деп біркелкі белгіленеді. Эфирлік интерфейс оның кез-келген конфигурациясы және өзінің ұялы байланыс стандартына арналған жалғыз мүмкін болған нұсқасымен міндетті түрде кез-келген ұялы байланыс жүйесінде қолданылады. Берілген жағдай кез-келген дайындаушы фирманың

ЖБ-на сол немесе кез-келген басқа фирманың БС-мен сәтті жұмыс жасауға мүмкіндік береді, бұл операторлардың компанияларына ыңғайлы және роумингті ұйымдастыру үшін қажет. Эфирлік интерфейстің стандарттары радиобайланыс каналына бөлініп берілген жиілік жолағын анағұрлым әсерлі қамтамасыз ету үшін аса мұқият өңделеді.