## Дәріс 7. Жерсеріктік және жер байланыс жүйесінің электромагниттік үйлесімділігі.

Электромагниттік үйлесімділік – нақты анықталған нормалардан аспайтын өзіндік әсерлері байланыс сапасының төмендеуіне әкелмейтініне кепілдік бере отырып түрлі радиобайланыс құралдарын қолдануға мүмкіндік беретін жағдай.

Электромагниттік жағдай – белгілі бір нүктеде орналасқан немесе берілген географиялық ауданда орналасқан барлық электромагниттік сәулелену көздерінің жиынтығы.

Арналуына қарай әртүрлі радиоэлектронды құралдардың (РЭҚ) дамуы радиоспектрдің артық жүктелуіне алып келеді. Сол себептен де барлық радиоқұралдардың қалыпты функция атқаруы мақсатында радиоспектрді тиімді қолдану маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Ол ғылыми негізде жүргізілуі тиіс, ал оның құрамдас бөлігі РЭҚ электромагниттік үйлесімділігін қамтамасыз ету болып табылады, яғни кез-келген радиоэлектронды құрылғы:

1**)** басқа радиоэлектрондық құрылғылардың қалыпты жұмыс жасауына әдейі емес бөгеуілдер келтірмеуі қажет;

2) іске қосылған басқа радиосигналдар көздерінің кезінде қалыпты жұмыс атқаруы тиіс.

Халықаралық шеңберде электромагниттік үйлесімділік РЭҚ жиіліктік және территориялық бөліп ажырату шеңберінде Халықаралық электробайланыс одағымен өткізіледі. Бұл одақпен жасалған регламент 10 кГц пен 275 ГГц диапазонын қамтиды және 38 Жер және ғарыштық радиоқызметтерге жиілік жолақтарын бөлуді және олардың территориялық бөлінуін қарастырады. Әрбір мемлекетте сәйкесінше радиожиіліктер бойынша Мемлекеттік комиссия құрылады, ол РЭҚ жиіліктерін бөліп үлестіреді. Бұл комиссия шешімі міндетті түрде орындалуы қажет, орындалмаған жағдайда Заңмен қудаланады.

Бөгеуілдер көзі сипатына қарай радиобөгеуілдер табиғи және техникалық (индустриалдық) болып жіктеледі.

Біріншісіне атмосфералық электрлік, ғарыштық шуылдар, ғаламшарлардың радиосәулеленулері жатады. Екінші түрі кеңжолақты және таржолақты болуы мүмкін.

Кеңжолақтыларға мыналары жатады:

- ұшқындық, доғалық және тәждік разряд.

Таржолақтыларға:

- техникалық құралдар әсерінен туындаған сәуле шығару. Оларға жолақтан тыс сәуле шығару, яғни жұмыстық жиіліктер жолағынан тыс сәуле шығару және жанама сәуле шығару, яғни негізгі сәуле шығарғыш гармоникаларына сәйкес келетін сәуле шығару жатады.

Сипаты бойынша бұл бөгеуілдер импульсті және үзіліссіз болуы мүмкін.

Сосын олар сәулелендірудің алыс аумағында орналасқан сәуле шығаратын көздерден антенна мен фидерлік жол арқылы әсер ететін сыртқы және жақын жерде орналасқан сәуле шығару көздерінен шығатын ішкі бөгеуіл болып бөлінеді, яғни ішкі жүйелік.

Өзара байланысты бөгеуілдерді ортақ жиіліктер жолағында және әртүрлі жиіліктер жолағында жұмыс жасайтын РЭҚ тудыратын бөгеуілдер деп бөледі. Соңғы жағдайда олармен күреу бөгеуілдер шығару жерінде жанама сәуле шығаруды жою мақсатында аппаратураны жетілдіру және бөгет жасаушы сигналдарды сүзгілеу әдісі арқылы жүргізілуі керек.

Бірінші жағдайда бұл әдістерді қолдану нәтиже әкелмейді, олармен тек қабылдағыш сезімталдығын төмендету арқылы ғана күресуге болады.

ЭМҮ жағынан көзқарас бойынша РЭҚ критерийлеріне мыналар жатады:

- жиілік тұрақтылығы;
- жолақтан тыс және жанама сәуле шығарудың қакрқындылығы;
- қабылдау кезінде жұмыс жиілігінен басқа барлық жиіліктер жолағында сигналдарды басып тастау дәрежесі;
- бөгет жасаушы сигналды әлсірету коэффициенті (БЖК), ол қабылдағыш кірісінен оның шығысына дейін осы сигналдың әлсіреуін сипаттайды.

ЭМҮ теориясында арнайы терминдер тізімі қолданылады, олардың негізгілері мыналар:

- қажетті жиіліктер жолағы ені – берілген жылдамдық пен сападағы ақпаратты таратуға жеткілікті минималды жиіліктер жолағы;
- негізгі сәуле шығару – қажетті жиіліктер жолағындағы сәуле шығару;
-жолақтан тыс спектрлер – қажетті жиіліктер жолағынан тыс жатқан сәулелену қуатының спектралдық тығыздығының бөлігі;
- жолақтан тыс сәуле шығару - жолақтан тыс спектр жиіліктерінде сәулеленетін барлық қуат;
- қамтитын жиіліктер жолағының ені – оның шегінде орташа сәулеленетін қуаттар шамаларының әрқайсысы барлық сәулелену орташа қуатының белгілі бір пайызына тең.
-Х дБ деңгейіндегі спектр жиіліктері жолағының ені – оның шегінен тыс қуаттың спектральдық тығыздығы немесе дискретті құрастырушысы берілген бастапқы деңгейге қарағанда Х дБ -ден кем емес әлсіреуге ие болады.

## Аса жоғары жиіліктегі таратқыштың жанама және жолақтан тыс сәуле шығарулары.

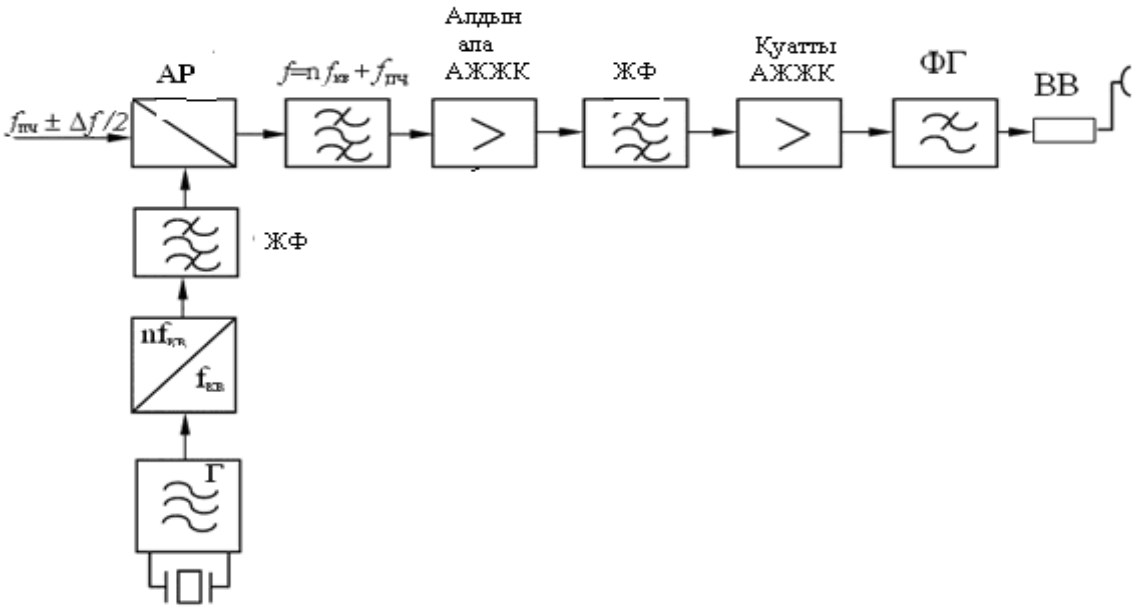
Таратқыштың жанама және жолақтан тыс сәуле шығару көздерін түсіндіруге арналған таратқыш сұлбасы 6.1-суретте берілген. Жолақтан тыс сәуле шығару туындау себептері:

1. Тасымалдаушы тербелісті жиілік бойынша модуляциялау процесі кезінде

ЖМ сигнал қалыптасады. Бұл сигналдың спектрі шексіз және жұмыс жиілігінен тыс шығатын құраушылар жолақтан тыс сәуле шығарулар болып есептеледі.

2. Қайта модуляциялау нәтижесінде де жолақтан тыс сәуле шығарулар пайда болады.

3. Сигналды түрлендіру кезінде сүзгіш құрылғылардың жетілдірілмегендігінен және күрежолдағы сызықсыздықтың бар болуына байланысты гармоникалық құраушылар пайда болады. Олар да жолақтан тыс сәуле шығару көзі болып табылады.




6.1 - сурет. Жанама және жолақтан тыс сәуле шығару көздерін түсіндіруге арналған таратқыш сұлбасы

Жанама сәуле шығарудың пайда болу жолдары:

1. Максималды қуатты алу үшін шығыс күшейткіш сызықты емес режимде жұмыс жасайды. Нәтижесінде негізгі жиіліктің гармоникалары пайда болады. Олар сүзгіштер әсерінен әлсірейді, бірақ сүзгіштердің жетілмегендігінен олардың бір бөлігі шығысқа өтіп, сәулеленіп шығады.

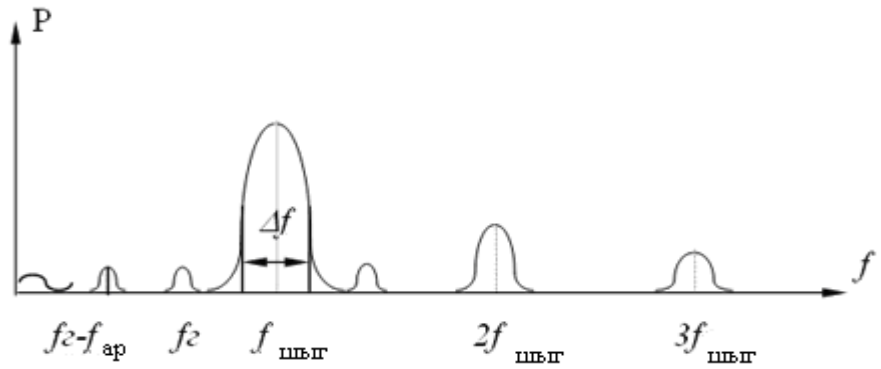
2. Таратқыш ішінде жанама жиіліктердегі өздігінен қозу кездейсоқ пайда болуы мүмкін.

3. Бір антеннамен бірнеше таратқыш жұмыс жасағанда, басқа таратқыштың тербелістері әсерінен бір таратқыштың қуатты каскады көрсеткіштері өзеруінен интермодуляция пайда болуы мүмкін.

4. Таратқыштың шуылдық сәуле шығарулары жолақтан тыс және жанама сәулеленудің негізгі себебі болып табылады. Шуылдық сәуле шығарудың көзі - беруші автогенераторлар және көбейткіштер. Олардың спектрі кеңжолақты.

6.2-суретте жолақтан тыс және жанама сәуле шығару нәтижесінде таратқыш шығысындағы сигнал жиілігінің жалпы сипаттамасы көрсетілген.

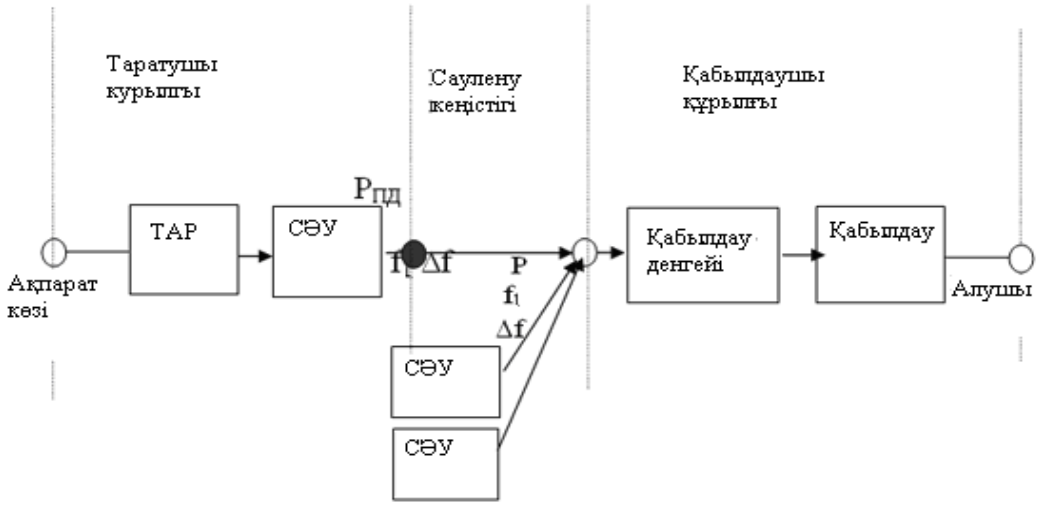
Қалған жиіліктер жолағында жолақтан тыс және жанама құрастырушылар сәулеленеді. Халықаралық Электрбайланыс Комитеті ұсыныстарына сәйкес жолақтан тыс және жанама сәулеленулердің шамасы регламенттеледі. Осы сәуле шығарулардың деңгейін арнайы қызмет қадағалап отырады.




6.2 -сурет. Жолақтан тыс және жанама сәулелену кезіндегі таратқыш шығысындағы сигнал жиілігінің жалпы сипаттамасы.
Мұнда $\Delta f$ – негізгі сәуле шығару жинақталатын қажетті жиіліктер жолағы

**РЭҚ электромагниттік үйлесімділігін қамтамасыз ету.**

Бір жиілік жолағын әртүрлі РЭҚ пайдаланса, онда олардың қалыпты жұмысы үшін олар кеңістік бойынша таратылып бөлінуі керек. Бұл кеңістікте әрбір жүйе өзіне сәйкесті көлемге ие болады. Ол таратқыш қуатымен, жиіліктер жолағымен, антенна сипаттамасымен, радиотолқындардың таралу шарттарымен, жергілікті рельефпен және т.б. сипатталады (6.3 - сурет).




6.3- сурет. РЭҚ-дың кеңістік бойынша таратылып бөлінуі

Берілген байланыс жүйесі сәуле шығару кеңістігінде орналасқан және $P_{тар}$ қуатпен, $\Delta f$ жолағымен, $f$ тасымалдаушы жиілікпен және тасымалдаушысы $f_i$ , жолағы $\Delta f_i$ және қуаты $P_i$ бөгеуілдер қатарымен сипатталады. Қабылдағыш құрылғы сәулеленуді қабылдау кеңістігімен сипатталады, ол антенна қасиеттерімен, негізгі және негізгі емес арналар бойынша қабылдау сезімталдығымен және де қабылдағыштың қажетсіз сигналдарды басып тастау қабілетімен анықталады. Егер де Жерді тегіс сфералық бет деп есептейтін болсақ, онда бағытталмаған антенна жағдайында $P_{кос}$-қа тең қуат сызығы шеңбер болып табылады, оның радиусы былай анықталады:

$$r = \frac{\lambda}{4\pi}\sqrt{\frac{P_{тар}}{P_{ккo}}}\,.$$

Осы формуланы қолдана отырып және $P_{кос}$ берілген болса, жалпы жиілік жолағында жұмыс жасайтын РЭҚ қандай қашықтықта орналасатынын есептеп шығаруға болады. Нақты шарттарда (Жер беті тегіс емес, антенналар бағытталған және т.б.) есеп қиындай түседі, бірақ үлкен қиыншылықты тудырмайды және жеткілікті түрде жетілдіріліп шешіледі.

**Бақылау сұрақтары.**

1. Электромагниттік үйлесімділік дегеніміз не?
2. Жерсеріктік байланыста өзара бөгеуілдер қалай пайда болады?
3. Жерсеріктік байланыс жүйесінің Жер станцияларының бағытталуы мен қуатын неге шектейді?
4. Жерсеріктік радиотарату қызметі үшін 620-790 МГц жиілік жолағында басқа мемлекеттер территориясындағы қуат ағынының тығыздығы қалай шектеледі?