## Дәріс 9. Жерсеріктік байланыс жүйелеріндегі сигналды таратудың ерекшеліктері

**Сигналдың кешігуі.** Жер станциясы мен жасанды жерсерігі бортындағы ретранслятор арасындағы байланыс жолының үлкен қашықтығы сигналдардың кешігуіне әкеледі. Бұл мынадан көрінеді, Жер станциясы мен жерсерігі арасындағы қашықтықтан өтуі үшін сигналға уақыт керек:

$$t = 2H/c,$$

мұнда $H$ - жерсерігінен Жер бетіне дейінгі қашықтық, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с - жарық жылдамдығы. Осы қатынастан көрініп тұр, $H = 36\,000$ км (геостационарлық жерсерігі жағдайында) болғанда кешігу мәні шамамен 250 мс-қа тең. Дуплекстік телефондық сөйлесулерді бергенде сигналдың кешігуі сөйлесу кезінде еріксіз үзілістерге, абоненттер арасындағы қатынастың жоғалуына әкеледі, яғни әңгімелесудің табиғилығын бұзады.

**Эхосигналдар.** Сигналдардың кешігуі абоненттерге байқалатын эхосигналдардың пайда болуына әкеледі, олар төрт сымды байланыс тізбектерінен екі сымды тізбектерге көшкенде дифференциалдық жүйелердің идеалды еместігінен туындайды. Эхосигналдар, абоненттер арасындағы сигналдың таралуының екі еселенген уақытына тең уақытқа, яғни $t_{ск} \approx 4H/c$ – ға кідіртілген, абоненттің өзінің сөзін қайта тыңдау түрінде білінеді. Эхосигналдар әсіресе $t_{ск}$ үлкен мәндерінде ерекше білінеді. Геостационарлық жерсеріктерін пайдаланатын байланыс жүйелері үшін, $t = 500$ мс. Бұл жағдайларда эхосигналдардың пайдалы сигнал деңгейіне қарағанда 60 дБ –ге тең шамаға дейін өшірулуін қамтамасыз ету қажет. Эхосигналдардың қажетті өшуі эхобөгеушілер арқылы жүзеге асрылады.

**Доплер эффектісі және доплерлік ауытқу.** Жасанды жерсерігі (ЖЖС) арқылы байланыс ұйымдастырудың ерекшелігі Жер станциясына (ЖС) қарағанда аспанда жерсерігінің қозғалып жүруінен Доплер эффектісінің пайда болуы. Мысалы, $V_г$ деп, ЖЖС- ЖС радиобайланыс жолымен дәл келетін ЖЖС қозғалу жылдамдығы компонентасын белгілейік, және де $V_г$ шамасы ЖЖС мен ЖС арасындағы қашықтық қысқара бастағанда теріс деп есептейік те, осы қашықтық ұзарғанда оң деп алайық. Бұл жағдайда сигнал көзі $\pm V_г$ жылдамдығымен қозғалғанда қабылданатын тербелістер жиілігі $f$
сәулеленетін тербелістер жиілігі $f_0$ –мен келесі қатынаспен байланысқан

$$f = f_0 (1 \pm V_г / c), \qquad (7.1)$$

мұнда $c$ – жарық жылдамдығы.

Іс жүзінде $V_г / c << 1$ шарты орындалады, сондықтан сигнал көзінің қабылдағышқа жағына қарай қозғалғанында $f = f_0 (1 \mp V_г / c)$. Сонда Доплер эффектісінен туындайтын жиілік өзгерісі немесе доплерлік ауытқу $\Delta f_0$ келесі

өрнектен анықталады:

$$\Delta f_0 = f - f_0 = \bar{} + V_г / c \,. \qquad (7.2)$$

Доплер эффектісі негізінен эллиптикалық орбиталарды пайдаланатын байланыс жүйелерінде анық білінеді.

Globalstar жүйесі құрылғыларымен (шлюздермен, жерсеріктермен, абоненттер терминалымен) қабылданатын тасымалдаушы тербелістер жиіліктері белгіленген мәннен өзгешеленеді. Негізгі себебі айтылған Доплер эффектісі.

Доплерлік ауытқу (7.1) формула бойынша есептелініп шығарылады да, құрылғы айырманың орнын толтырады. 7.1-кестеде доплерлік жиіліктің ауытқуының ең үлкен мәндері көрсетілген.

7.1- кесте.

| Жол | Бағыты | Жиілігі (МГц) | Доплерлік ауытқу (кГц) | Жылдамдық (Гц /с) |
|---|---|---|---|---|
| Тіке жол жоғары | Шлюзден жерсерігіне | 5250 | 97,2 | 468,8 |
| Тіке жол төмен | Жерсерігінен пайдаланушы терминалына | 2500 | 46,5 | 224,3 |
| Кері жол жоғары | Абонент терминалынан жерсерігіне | 1626.5 | 30,2 | 146,0 |
| Кері жол төмен | Жер серігінен шлюзге | 7052,9 | 131,6 | 634,9 |

**Бақылау сұрақтары.**

1. Сигналдың кешігуі қандай себептерден туындайды?
2. Геостационарлық жерсерігі жағдайында сигнал кідірісі қанша мс?
3. Сигнал кешігуі телефондық сөйлесуде қандай құбылыстарға әкеледі?
4. Эхосигналдар қалай пайда болады?
5. Доплер эффектісі деген қандай құбылыс?
6. Доплер эффектісі әсерінен жиілік қалай өзгереді?