Дәріс 5. Жерсеріктік байланыс жүйелері жер серіктерінің орбиталары және хабарды тарату мен қабылдаудағы жиіліктер диапазоны.

Ғарыштық сегментте жүйенің арналуына сәйкес Жер айналасындағы әртүрлі орбиталарда орнасқан жерсеріктері – ретрансляторлар орналасқан:

- геостационарлық орбита (радиусы шамамен 36 000 км);
- орташа биіктіктегі орбиталар (радиусы 5 000 нан 20 000 км-ге дейін);
- төменгі биіктіктегі орбиталар (радиусы 500 ден 1500 км-ге дейін).

4.1 – кестеде әртүрлі орбиталардың кейбір сипаттамалары берілген, ал 4.2-суретте жерсеріктері ұшып жүретін орбиталары көрсетілген.

Геостационарлық орбитадағы жерсерігінің айналу периоды сөткесіне 24 сағат, Жер үстінен бақылаушыға ол қозғалмай тұрған сыяқты болады. Шындығында, геостационарлық орбитаға (ГСО) математикалық есептеумен дәл жіберілген жерсерігі Жердің эллиптикалық қисықтығынан, кедергі келтіретін сыртқы күштердің әсерінен анықталған нүктеден баяулап ығысадыда, бойлық және ендік

4.1 -кесте

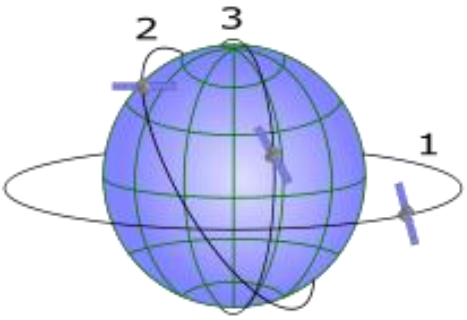
Айналу периоды (сағат)	Сөткедегі Жерді айналу саны	Шеңберлік орбита биіктігі (км)
4	6	6750
6	4	10750
8	3	14250
12	2	20325
24	1	35875

бойынша периодты (сөткелік) тербелістер жасайды. Сондықтан жасанды жерсерігінде автоматты тұрақтандыру және оны ГСО берілген нүктесінде ұстап тұру жүйесі болуы керек. Жерсерігінің аспанда қозғалмай тұрғандай болуы, жерсерігімен байланыс үшін өте жоғары тиімді бекітілген үшкір бағытталған антенналарды пайдалануға мүмкіндік береді. Геостационарлық жерсерігінің көріну аймағы Жер үстінің үштен төрт бөлігін қамтиды, бұл дегеніңіз үлкен аймақтарға қызмет көрсетуге мүмкіндік береді. Іс жүзінде барлық Жер үсті құрлығына қызмет көрсету үшін үш геостационарлық жерсерігі жеткілікті. Осы жерсерігімен жұмыс істейтін жер үстілік станциялардың арасындағы қашықтық бірнеше мыңдаған шақырымға жетуі мүмкін. Геостационарлық орбитаның кемшілігі жерсерігі мен жерүстілік станция арасындағы үлкен қашықтық. Осының нәтижесінде жер – ғарыш жолындағы сигналдың күшті өшуі болады, бұл қабылдағыштардың сезімталдығына және таратқыштардыңшығыс қуатына қатаң талаптар қояды. Сонымен қатар, мұндай қашықтықтарда, бір секірісте (жер-ғарыш-жер жолында)

сигнал таралғанында шамамен 0,25 сек. болатын кідірісі айтарлықтай білінеді.

Бекітілген (фиксацияланған) жерсеріктік қызметтер қозғалмайтын жерүстілік станциялармен байланысты ұйымдастыруға арналған да, әдетте геостационарлық орбитаға ұшырылатын жерсеріктері - ретрансляторлар негізінде құрылады. Орбитасының өте үлкен биіктігінен және осыған байланысты ғарыш- жер жолындағы сигналдың айталықтай шығындары болуынан, геостационарлық жерсеріктерімен байланысты орнатқанда, борттық ретрансляторлардың сипаттамаларына тәуелді түрде айна диаметрлері 60 см-ден 12 метрге дейінгі, тіпті одан үлкен үшкір бағытталған параболикалық антенналар («тарелкалар») пайдаланылады.

Жерсеріктерінің төменгі орбиталары Жер бетіне жеткілікті жақын өтеді, сондықтан арзан кішігабаритті терминалдар және кішкене антенналарды қолдануға мүмкіндік туады. Және де жерсерігі мен жерүстілік станцияның арасындағы кішірейген қашықтық есебінен жолдағы шығындар мың еседей аз болады, бұл таратқыштар қуатына және қабылдағыштар сезімталдығына талаптарды төмендетуге мүмкіндік береді. Екінші жағынан, қызмет көрсету аймағы диаметрі



4.2 -сурет. Жерсеріктері орбиталары: 1 - экваторлық, көлбеулік, 3 — полярлық

шамамен 500 км-ге тең және де әрбір жерсерігі жерүстілік станцияның көріну аумағында 15-20 минут болады. Сондықтан үздіксіз байланыс жасау үшін төменгі орбиталды жерсеріктерінің үлкен тобын пайдалану қажет (саны 48-ден кем емес). Сонымен қатар, төмен ұшып жүретін жерсеріктерімен жұмыс істегенде не тиімділігі нашар кең бағытты антенналарды немесе жерсеріктерін қадағалайтын күрделі жүйелері бар үшкір бағытталған антенналарды пайдалану керек.

Төмен және орта орбиталарға көшу тек геостационарлы орбиталардың артық жүктелу проблемаларын ғана шешіп қоймай, сонымен қатар тұтынушыларға телефондық тұтқа тәрізді терминалдың көмегімен глобальді арнайы байланыспен қамтамасыз ете отырып, телекоммуникациялық қызмет көрсету сферасын айтарлықтай кеңейтеді. Төменгі орбиталды байланыс жүйесі бірнеше құрылымдық ерекшеліктерге және жұмыс істеу принциптеріне ие. Соның ішіндегі негізгілері:

• көп жерсеріктік орбиталды топтардың арқасында өзінің радиокөріну аймағымен қызмет көрсету территориясын аймақтық немесе глобальді жабынмен қамтамасыз ету мүмкіндігі бар;

• жерүстілік ұялық радиобайланыс желілеріне қосымша қозғалмалы радиобайланыс құралы ретінде қолданыс тауып, қызмет көрсетілетін аумақтарда берілген байланыс жүйесімен сүйемелдеу;

• шалғайдағы қолданушылар арасында жерсеріктік аралық байланыс жолы, жер станциялары түйіндестерінің (шлюз-станциялар) немесе электрондық почта режиміндегі жұмыс көмегімен хабарды қайта таратумен қамтамасыз етеді;

• іскерлік ақпаратпен алмасуды іске асыру;

• дербес радиошақыру байланысын орнату;

• қозғалмалы нысандардың орнын анықтау үшін және олардың орналасу орны туралы ақпаратты беру;

• Жер үстін экономикалық, өнеркәсіптік және ғылыми мониторингте қолданылады.

Қабылдау мен таратудағы жиілік диапазоны

Жерсеріктік байланыс, навигация және барлап-бақылау жүйелеріі үшін бөлінген жиілік диапазондары (ГГц) 4.2-кестеде берілген.

4.2 - кесте.

Диапазонның аты	Жиіліктер жолағы, ГГц
L - диапазон	1,452 -1,6550 және 1,610 – 1,710
S – диапазон	1,93 – 2,70
C- диапазон	3,40 – 5,25 және 5,725 – 7,075
X- диапазон	7,25 – 8,40
K_u- диапазон	10,70 – 12,75 және 12,75 – 14,80
K_a – диапазон	15.40 – 26,50 ғ/ж және 27,00 – 30,20 ж/ғ
K- диапазон	84,0 – 86,0

Мұнда ғ/ж – ғарыштан жермен байланысуды, ал ж/ғ – жерден ғарышпен байланысуды көрсетеді.

Көптеген ЖСБЖ-с қабылдауда 4 пен 11 ГГц жиілігінде, ал таратуда 6 және 14 ГГц жиілік диапазонында жұмыс істейді, бұған С мен Ku бекітілген жиілік диапазондары сәйкес келеді.

Байланыстың және хабар таратудың жерсеріктік жүйелеріне арналған негізгі жиіліктер диапазоны мынадай:

1. 0,24 – 0,4 ГГц. Әскери арналуы бар мобилді байланыс жүйелеріне арналған жиіліктер диапазоны, бірінші кезекте әскери – теңіз флоты және әскери әуе күштері

үшін.

2. 1,5/1,6 Ггц. Бұл диапазонда 29 МГц мобилді нысандарымен байланыс жүйелеріне арналған. Осы жиіліктер диапазонындағы ең ірі жүйе геостационарлық жерсеріктерін пайдаланатын INMARSAT байланыс жүйесі.

3. 1,9/2,1; 1,6/2,5 ГГц. Ені шамамен 30 МГц жиіліктер жолағы төменгі және орташа орбиталды мобилдік пен дербес байланыс жүйелеріне бөлінген.

4. 4/6 ГГц. Осы жиіліктер диапазоны геостационарлық ғарыштық аппараттар негізіндегі байланыс желілері үшін бөлінген.

5. 7/8 ГГц. 500 МГц жолағы бар жиіліктер диапазоны әскери байланыс жүйелерінде пайдаланылады.

6. 11/14 ГГц. 800 МГц жолағы бар жиіліктер диапазоны стационар станциялары бар байланыс желілерін құруға бөлінген.

7. 12 ГГц. 800 МГц жолағындағы «Ғарыш – Жер» арналары стационарлық дербес қабылдағыштарға тікелей теле- және радиохабар таратудың геостационарлық жүйелері үшін бөлінген.

8. 20/30 ГГц. Жолағы 2,5 ГГц жиіліктер диапазоны геостационарлық және геостационарлық емес байланыс жүйелерін құруға бөлінген.

Түрлі радиобайланыс қызмет көрсетуінде жиілік жолақтарын бөлумен Халықаралық Электрбайланыс Одағы айналысады(ХЭО). Қазіргі уақытта мұндай жиілік жолақтарын бөлу 9 кГц-тен 275 ГГц-ге дейінгі аралықта орындалған. Жиілік жолағын бөлу кезінде радиоқызметтен басқа Жер шарын 3 ауданға бөлу қарастырылған:

1-ші аудан: Европа, Африка, Рессей, Қазахстан, Монғолия және т.б.;

2-ші аудан: Солтүстік және Оңтүстік Америка;

3-ші аудан: Азия, Океания, Австралия.

Қабылдаудағы станцияның сапалылығы GA/T (дБ/К-мен өлшенеді).

Мүнда GA – қабылдағыш антеннаның күшейту коэффициенті, Т – қабылдау күрежолының эффективті шуыл температурасы. ЖҮС үшін қабылдаудағы сапалылық мәні 20…40 дБ/К шектерінде болады.

Эффективті сәулеленіп шығатын изотропты қуат (ЭСИҚ)- таратқыштың қуатының, толқынжолдық күрежолдың пайдалы әсер коэффициентінің (ПӘК) және антеннаның күшейту коэффициенті көбейтіндісі (тарату жолағында).

Әртүрлі Жер серіктік байланыс жүйелері үшін осы көрсеткіштің мәні 50 – 95 дБВт шамасында болады.

Бақылау сұрақтары.

1. Жерсеріктерінің кеплерлік орбиталық қозғалысын сипаттап беріңдер.
2. Жерсеріктері қандай орбиталарда қозғалады?
3. Эллиптикалық орбита көрсеткіштерін атаңдар.
4. Орташа биіктіктегі орбиталардың биіктіктері қанша км?
5. Жерсеріктік жүйелердің қабылдау мен таратудағы жиіліктер ауқымы қандай?
6. Жер шарын қандай жиіліктер жолағы бойынша аудандарға бөледі?