1. Радиотолқындардың таралу ерекшеліктерін сипаттаңыз

2. Радиобайланыс жүйесінің жіктелуін сипаттаңыз

3. РРЛ құрудың жалпы принциптерін түсіндіріңіз және сипаттаңыз

4. Радиорелелік станциялар аппаратурасын құру принциптерін сипаттаңыз

5. РРЖ-дағы сыртқы блоктың тағайындалуы туралы жазыңыз

6. РРС-дағы ішкі блоктың тағайындалуы туралы жазыңыз

7. РРЛ жобалау қалай жазыңыз

8. Антенна тіректерінің биіктігін қалай анықтауға болады?

9. Сандық РРЛ үшін байланыс тұрақтылығын қалай есептеуге болады

10. Сандық сигналдардың иерархиясын сипаттаңыз

11. Радиорелейлі желідегі сандық сигналдардың модуляция әдістерін сипаттаңыз (СРРЖ)

12. Радиорелейлі желідегі сандық сигналдарды кодтау мен өңдеу туралы жазыңыз

13. Спутниктік байланыс жүйесін сипаттаңыз

14. Спутниктік байланысты құрудың негізгі принциптерін жазыңыз

15. Спутниктік байланыс жүйесіндегі орбитаның параметрлерін сипаттаңыз

16. Спутниктік байланыс жүйесіндегі орбиталардың түрлерін сипаттаңыз

17. Ғарыштық станциялардың негізгі сипаттамаларын сипаттаңыз.

18. Ғарыш және жер станцияларының құрылымын түсіндіріңіз және сипаттаңыз

19. Жер үсті сегментінің құрамы мен мақсатын сипаттаңыз

20. Жер станциясының құрылымдық схемасын сипаттаңыз

21. VSAT жүйелерін құру принциптерін сипаттаңыз және түсіндіріңіз

22. Спутниктік байланыс желісінің энергетикалық сипаттамасы жайлы жазыңыз.

23. Спутникті байланыс желісіндегі электромагниттік үйлесімділік туралы жазыңыз.

24. Геостационарлық жерсеріктік байланыс желілерінің ЭМЖ түсіндіріңіз және сипаттаңыз

25. Қазақстан Республикасының "KazSat" спутниктік байланысы туралы жазыңыз

26. "KazSat-103" техникалық келбетін және негізгі сипаттамаларын жазыңыз

27. Спутниктік байланыс жүйесінде антенналардың рефракциясы мен дәл еместігіне байланысты жоғалтулар туралы жазыңыз

28. Спутниктік байланыс жүйесіндегі негізгі анықтамалар мен классификацияларды түсіндіріңіз және сипаттаңыз

29. Спутниктік байланыс жүйесінде байланыс және хабар тарату желісін құру принциптерін сипаттаңыз

30. Жерсеріктік байланыс жүйесінде қызмет көрсету аймағы мен ИСЗ орбитасы туралы жазыңыз

31.Спутниктік байланыс жүйесінде геостационарлық орбитаны (ГСО) сипаттаңыз

32.Спутниктік байланыс жүйесіндегі орта биіктік орбиталарын сипаттаңыз

33. Спутниктік байланыс жүйесіндегі төмен шеңберлі орбиталарды сипаттаңыз

34. Спутниктік байланыс жүйесіндегі эллиптикалық орбиталарды сипаттаңыз

35.Спутниктік байланыс жүйесіндегі ғарыш сегментін сипаттаңыз

36.Спутниктік байланыс жүйесіндегі ғарыш платформаларын сипаттаңыз

37.Жерсеріктік байланыс жүйесіндегі борттық эстафета кешені туралы жазыңыз

38. Жерсеріктің байланыс жүйесінде жер серігін ұшыруды түсіндіріңіз және сипаттаңыз

39.Спутниктік байланыс жүйесіндегі жер сегментін түсіндіріп, сипаттаңыз

40.Спутниктік байланыс жүйесінде АП негізгі сипаттамаларын жазыңыз

41. ИНТЕЛСАТ жүйесінің халықаралық байланыс станцияларын сипаттаңыз.

42. Аймақтық немесе ұлттық жүйелердің жер станцияларын сипаттаңыз.

43. VSAT жер станцияларын сипаттаңыз.

44. Жер станциясының параметрлерін өлшеу әдістемесі туралы жазыңыз.

45. ТВ қабылдау үшін жер станцияларын сипаттаңыз.

46. Спутниктік байланыс жүйесіндегі ғарыш қызметтерінің жоспарлары туралы жазыңыз.

47. Спутниктік байланыс жүйелерін жобалау туралы жазыңыз.

48. Жерсеріктік желілердің энергетикалық есебін түсіндіріңіз және сипаттаңыз.

49. Спутниктік және жер үсті байланыс жүйелерінің электромагниттік үйлесімділігін түсіндіріңіз және сипаттаңыз.

50. Геостационарлық спутниктік байланыс желілерінің ЭМӨ сипаттаңыз.

51. Қазақстан Республикасының "KazSat" спутниктік байланысы туралы жазыңыз»

52. Қазақстан Республикасының "KazSat" спутниктік байланысы туралы жазыңыз»

53. Радиотолқындардың таралу ерекшеліктерін сипаттаңыз

54. Радиобайланыс жүйесінің жіктелуін сипаттаңыз

55. РРЛ құрудың жалпы принциптерін түсіндіріңіз және сипаттаңыз

56. Радиорелелік станциялар аппаратурасын құру принциптерін сипаттаңыз

57. РРЖ-дағы сыртқы блоктың тағайындалуы туралы жазыңыз

58. РРС-дағы ішкі блоктың тағайындалуы туралы жазыңыз

59. РРЛ жобалау қалай жазыңыз

60. Антенна тіректерінің биіктігін қалай анықтауға болады?

1. Радиотолқындардың таралу ерекшеліктерін сипаттаңыз

Радио толқындардың таралу ортасының әсері әртүрлі радиобайланыс жүйелерінде қолданылатын толқын ұзындығына шектеу қояды. Әртүрлі толқын ұзындығы бар радиотолқындарға сыртқы факторлардың әсері бірдей емес. Сондықтан, толқындар шамамен бірдей қасиеттер көрсететін диапазондар бойынша радиотолқындардың қасиеттерін қарастырған жөн. Жер жағдайында радиотолқындардың таралуының маңызды ерекшелігі таралу сипаттамаларының толқын ұзындығынан тәуелділігі болып табылады. Жер бетінің бойымен радиотолқындардың таралуы оның рельефіне және физикалық қасиеттеріне байланысты. Топырақтың ең маңызды электр параметрлері оның электр өткізгіштігі және диэлектрлік өткізгіштігі болып табылады. Бұл сипаттамалар екі ортадағы бөлім шекарасында шағылысқан және сынған толқындардың параметрлерін анықтайды. Топырақтың электр өткізгіштігі, сондай-ақ жер беті бойында толқындардың таралуы кезінде энергия шығынын анықтайды.

Жер маңындағы кеңістікте радиотолқындардың таралуына Жер атмосферасы (жердің газ тәрізді қабығы) аса маңызды әсер етеді. Кешені бойынша жеке белгілері атмосфераға қабылданған қызметкерлерге тән үш қабатын: тропосферу, стратосферу және ионосферу.

Суретте 1.1 келтірілген жеңілдетілген құрылысы, атмосфераның Жер, ал кестеде 1.3 келтірілген негізгі тәсілдері радиотолқындардың таралуы.

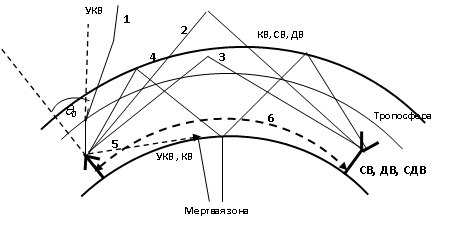


Тропосфераның қасиеттері газдардың (азот, оттегі және т.б.) және су булары қоспасымен анықталады. Ауа температурасы мен қысымы, сондай-ақ тропосферадағы су буының құрамы төмендейді. Осылайша, тропосфера өзінің электр қасиеттері бойынша бірдей емес.

Стратосфера қабаты атмосфера, лежащий үстінен тропосферой, тұзды дейінгі биіктік шамамен 60 - 80 км, Тығыздығы, газдардың стратосферадағы айтарлықтай аз тропосфере. Тропосфераның электрлік қасиеттері іс жүзінде өзгертілмейді, және радиотолқындар тікелей және шығынсыз таралады.

Ионосфера иондалған атмосфераның жоғарғы қабаты, Жерді қоршаған (бірнеше мың километр биіктікке дейін) деп аталады. Атмосфераны құрайтын газ атомдарынан күннің ғарыштық сәулелері мен ультракүлгін сәулелерінің әсерінен электрондар шығып, нәтижесінде оң газ иондары мен еркін электрондар пайда болады. Иондалған газ электр өткізгішіне ие және электромагниттік тербелістердің таралу сипаттамаларын өзгерте алады. Бос электрондардың концентрациясы неғұрлым көп болса, соғұрлым олар радиотолқындардың таралуына әсер етеді.

1.3 суретте радиосигналдарды таратудың негізгі траекториялары келтірілген.



1.3 сурет-радиотолқындарды таратудың негізгі моды.

Тарату тәсілі бойынша толқындардың төрт түрі бар: түзу, беттік (жер), тропосфералық және кеңістіктік (ионосфералық).

Бұл жағдайда, барлық сигналдар сигналдарды таратады.

Дифракция салдарынан жер шарының дөңестігін ішінара жаншылатын жер бетіне тікелей жақын орналасқан радиотолқындар жер беті немесе жер толқындарының атауын алды. 2.6 к е с т е-базалық станциялардың саны, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ. Физика курсынан дифракция кедергі өлшемдері толқын ұзындығымен өлшенген кезде байқалатыны белгілі. Бұл жағдайда шар сегменті кедергі болып табылады. Оның биіктігі тілшілер арасындағы қашықтыққа байланысты, сондықтан толқынның жұмыс ұзындығы неғұрлым көп болса, дифракцияның есебінен үлкен қашықтыққа таралуы мүмкін. Жердің сфералық бетінің айналасында дифрагия жасай отырып, жер бетіндегі толқын жартылай өткізгіш топырақпен жартылай жұтылады, оның сіңу дәрежесі топырақ құрылымына (құм, саз, тастар және т.б.) және оның ылғалдылығына байланысты. Жер атмосферасы осы толқынның таралу жағдайына аз әсер етеді. Диапазондар радионавигацияның теңіз және жер үсті жүйелерінде қолданылады.

Ионосферадан және жер бетінен бірнеше рет шағылысу нәтижесінде (толқын диапазонында ұзындығы 10 м, СВ және екі диапазондар) үлкен қашықтыққа тарайтын және тіпті жер шарын айналып тұратын радиотолқындар кеңістіктік немесе ионосфералық толқындардың атауын алды. 1.3 суретте 2,4 қисық.

Тропосфераның біртектес еместігінде шашырауы есебінен, сондай-ақ тропосфералық рефракция құбылысының есебінен едәуір қашықтықтарға (1000 км дейін) тарайтын радиотолқындар тропосфералық толқындардың атауын алды. Тропосфера ұзындығы 10 м-ден кем электромагниттік толқындарға, КВ-диапазонды радиотолқындарға ғана әсер етеді. 1.3 суретте 3 қисық.

Радио толқындары УВЧ, СВЧ және КВЧ диапазондары ионосферадан өтіп, ғарыш кеңістігіне таралады. Бұл радиожиіліктердің диапазондары тікелей көріну радиобайланыс жүйелерінде, спутниктік және ғарыштық жүйелерде қолданылады.

Кез келген радиолиниядағы жиынтық шығындар негізгі ысыраптардан және қосымша ысыраптардан құралады. Негізгі жоғалтулар толқынның сфералық фронты себебі бойынша сәулелердің айырмашылығынан бос кеңістіктегі сигналдың әлсіреуімен анықталады. Қосымша шығындар жұтылу нәтижесінде таралу ортасындағы шығындармен, толқын энергиясының ортаның біртекті емес түрлерінде шашырауы, магнит өрісінің және т. б. әсерімен толқынның бастапқы поляризациясының өзгеруімен анықталады.

3...4 см (f> 7...10 ГГц) толқындардың жер атмосферасында таралуы кезінде атмосферадағы және атмосфералық құрылымдардағы (жаңбыр, тұман, сулы қар) су мен оттегіде өшу үлкен үлес қосады.

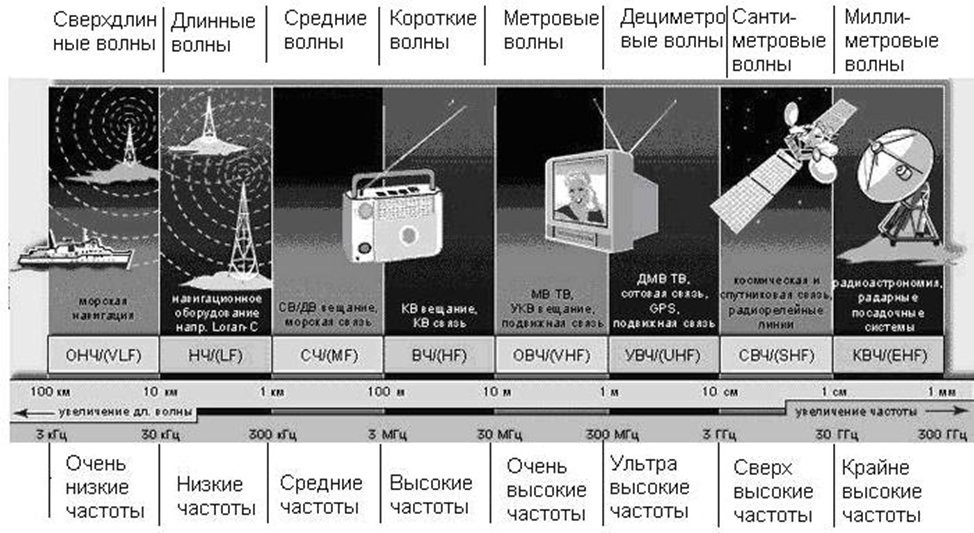
2. Радиобайланыс жүйесінің жіктелуін сипаттаңыз

Радио толқындардың таралу ортасының әсері әртүрлі радиобайланыс жүйелерінде қолданылатын толқын ұзындығына шектеу қояды. Әртүрлі толқын ұзындығы бар радиотолқындарға сыртқы факторлардың әсері бірдей емес. Сондықтан, толқындар шамамен бірдей қасиеттер көрсететін диапазондар бойынша радиотолқындардың қасиеттерін қарастырған жөн.

Радиобайланыс регламенті-радиожиіліктерді және спутниктік орбиталарды пайдаланудың регламенттік базасы белгіленетін халықаралық шарт. Халықаралық Электр байланысы одағының Радиобайланыс регламенті әзірленуде.

Халықаралық Электр байланысы одағы (ХЭО) (International Telecom-munication Union ITU) — БҰҰ мамандандырылған органы, халықаралық ұйым, оның шеңберінде үкіметтер мен жеке сектор жаһандық желілер мен электр байланысы қызметтерін үйлестіретін. Сонымен қатар, қазіргі таңда "Қазақтелеком" АҚ-ның телекоммуникация желісін дамыту және тарату.

Радиобайланыс регламентіне сәйкес ондық қағиданы басшылыққа ала отырып, радиодиапазонды жеке диапазондарға бөлу қабылданған. 1-суретте жиілік диапазондары және олардың қолданылу салалары көрсетілген.



Сурет 1.1-радиожиіліктердің диапазондары

Жер жағдайында радиотолқындардың таралуының маңызды ерекшелігі таралу сипаттамаларының толқын ұзындығынан тәуелділігі болып табылады. Бұл жағдайда, барлық сигналдар сигналдарды таратады.

Дифракция салдарынан жер шарының дөңестігін ішінара жаншылатын жер бетіне тікелей жақын орналасқан радиотолқындар жер беті немесе жер толқындарының атауын алды. 2.6 к е с т е-базалық станциялардың саны, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ. Физика курсынан дифракция кедергі өлшемдері толқын ұзындығымен өлшенген кезде байқалатыны белгілі. Бұл жағдайда шар сегменті кедергі болып табылады. Оның биіктігі тілшілер арасындағы қашықтыққа байланысты, сондықтан толқынның жұмыс ұзындығы неғұрлым көп болса, дифракцияның есебінен үлкен қашықтыққа таралуы мүмкін. Жердің сфералық бетінің айналасында дифрагия жасай отырып, жер бетіндегі толқын жартылай өткізгіш топырақпен жартылай жұтылады, оның сіңу дәрежесі топырақ құрылымына (құм, саз, тастар және т.б.) және оның ылғалдылығына байланысты. Жер атмосферасы осы толқынның таралу жағдайына аз әсер етеді. Диапазондар радионавигацияның теңіз және жер үсті жүйелерінде қолданылады.

Ионосферадан және жер бетінен бірнеше рет шағылысу нәтижесінде (толқын диапазонында ұзындығы 10 м, СВ және екі диапазондар) үлкен қашықтыққа тарайтын және тіпті жер шарын айналып тұратын радиотолқындар кеңістіктік немесе ионосфералық толқындардың атауын алды. 1.3 суретте 2,4 қисық.

Тропосфераның біртектес еместігінде шашырауы есебінен, сондай-ақ тропосфералық рефракция құбылысының есебінен едәуір қашықтықтарға (1000 км дейін) тарайтын радиотолқындар тропосфералық толқындардың атауын алды. Тропосфера ұзындығы 10 м-ден кем электромагниттік толқындарға, КВ-диапазонды радиотолқындарға ғана әсер етеді. 1.3 суретте 3 қисық.

Радио толқындары УВЧ, СВЧ және КВЧ диапазондары ионосферадан өтіп, ғарыш кеңістігіне таралады. Бұл радиожиіліктердің диапазондары тікелей көріну радиобайланыс жүйелерінде, спутниктік және ғарыштық жүйелерде қолданылады.

Кез келген радиолиниядағы жиынтық шығындар негізгі ысыраптардан және қосымша ысыраптардан құралады. Негізгі жоғалтулар толқынның сфералық фронты себебі бойынша сәулелердің айырмашылығынан бос кеңістіктегі сигналдың әлсіреуімен анықталады. Қосымша шығындар жұтылу нәтижесінде таралу ортасындағы шығындармен, толқын энергиясының ортаның біртекті емес түрлерінде шашырауы, магнит өрісінің және т. б. әсерімен толқынның бастапқы поляризациясының өзгеруімен анықталады.

3...4 см (f> 7...10 ГГц) толқындардың жер атмосферасында таралуы кезінде атмосферадағы және атмосфералық құрылымдардағы (жаңбыр, тұман, сулы қар) су мен оттегіде өшу үлкен үлес қосады.

Радиобайланыс жүйелері әртүрлі белгілер бойынша жіктелуі мүмкін: берілетін хабарламалар түрі бойынша; радиожиіліктердің атқаратын спектрі бойынша; берілетін сигналдардың сипаты бойынша; өткізу қабілеті бойынша және т. б.

3. РРЛ құрудың жалпы принциптерін түсіндіріңіз және сипаттаңыз

Байланыстың радиорелелік желілері сигналды бірнеше рет қайта тарату принциптеріне негізделеді. Радиорелейлік желілердің екі түрі бар:

- тропосфералық радиорелейлік желілер, олардың негізінде алыс тропосфералық таралу принципі жатыр.),

-тікелей көрінудің радиорелелік желілері, антенналардың тікелей көріну шектерінде тұрақты байланыс қашықтығында орналасқан Қабылдау-тарату станцияларының тізбегін білдіретін (атауы ағылш. "relay").

3.1 сурет-ұйымдастыру принциптері:

а) тікелей көріну радиорелелік сызықтарының РРЖ (РРЖ);

б) тропосфералық радиорелелік желілер (ТРЛ).

ДТР радио толқындардың турбулентті және тропосфераның біртекті емес қабатымен шағылысу және шашырауы есебінен жүреді. ерекшеліктерін станциялары арасындағы арақашықтық таңдайды жиі шегінде 200...400 км Салдарынан елеулі әлсіреуі сигналдарды аралықтарында келеді айтарлықтай ұлғайтуға энергетикалық әлеуеті жүйесі. Қуатты таратқыштарды, үлкен Антенналарды пайдалану ТРЛ пайдалану мүмкіндігін едәуір азайтады. Бұдан әрі қазіргі уақытта кеңінен қолданылатын тікелей көрінудің радиорелелік желілерін қарастырамыз.

Радиорелелік байланысты қамтамасыз ету үшін радиотолқындарды таратудың техникалық құралдары мен ортасының жиынтығы радиорелелік байланыс желісін құрайды. Қабылдау-тарату станцияларын радиорелелік станциялар (РРС) деп атайды.

Тік көріну қашықтығы (аралықтың ұзындығы) - бұл тегіс сфералық жер беті жағдайы үшін жақын формула бойынша анықтауға болатын көрші РРС арасындағы қашықтық:

R0, км ≈ 3,57× (√h1 +√h2),

мұндағы h1 және h2 – Антенналарды өлшеу биіктігі метрмен.

20...80м Антенналарды ілу биіктіктерінің ең көп таралған мәндері.

РРЛ жұмысы үшін F сериялы ITU-R ұсыныстарына сәйкес диапазондарда жиілік жолақтары бөлінген: 7; 8; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 18; 23; 27; 31; 38; 55 ГГц.

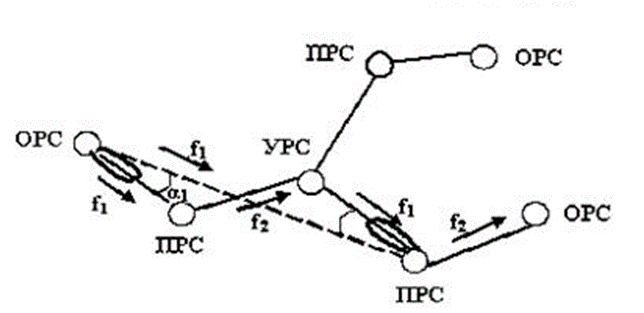
Радиорелелік станциялар функционалдық белгісі бойынша:

- шеткі (СБШ), берілетін ақпаратты енгізуді және бөлуді жүзеге асырады және тұтынушыларға ақпаратты тарату қамтамасыз етіледі (телеорталық, қалааралық телефон станциясы, компания кеңсесі);

- берілетін сигналдар аралық жиілікте ретрансляцияланады, қажет болған жағдайда ТВ сигналдарын немесе телефондық топтық спектрдің бір бөлігін бөлуге болады;

- тораптық (УРС), мұнда берілетін ақпарат тұтынушыларға ақпаратты енгізу және бөлу мүмкіндігімен қайта қабылданады, мұнда РРЛ-дың тармақталуы немесе қиылысуы көзделеді.

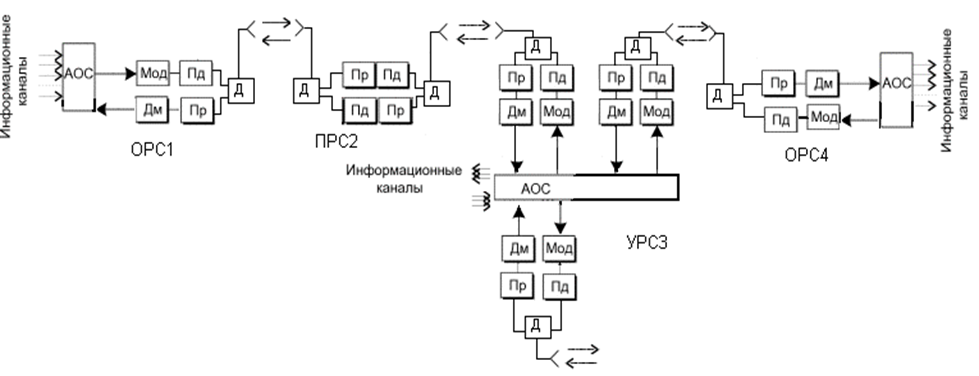
Станция зигзаг тәрізді орналасқан – бұл қолданыстағы радиожиіліктерді тарату жоспарларында үш – бес аралықтан кейін орналасқан станциялардан кедергілерді болдырмауға мүмкіндік береді.



3.2 сурет-радиорелелік байланыс желісінің схемасы

Соңғы станциялар байланыс желісінің шеткі пункттерінде орнатылады және сигналдарды беру бағытындағы модуляторлар мен таратқыштарды және қабылдау бағытындағы демодуляторлары бар қабылдағыштарды қамтиды. 3.2-суретте көрсетілген аяққы станциялар белгіленді ОРС1 және ОРС4. Қабылдау және беру үшін антенналық тармақтағыштың (дуплексердің) көмегімен қабылдау және беру трактімен қосылған бір антенна қолданылады.

Сигналдарды Модуляция және демодуляция стандартты аралық жиіліктердің бірінде (70 - 1000 МГц) жүргізіледі. Модемдер түрлі жиіліктік диапазондарды пайдаланатын қабылдағыш таратқыштармен жұмыс істей алады. Таратқыштар аралық жиілік сигналдарын СВЧ жұмыс диапазонына түрлендіру үшін, ал қабылдағыштар – кері түрлендіру және аралық жиілік сигналдарын күшейту үшін арналған.



3.3 сурет-радиорелелік байланыс желісінің құрылымдық сұлбасы

Аралық станциялар тура көріну қашықтығында орналасады және сигналдарды қабылдауға, оларды күшейтуге және одан әрі байланыс желісі бойынша беруге арналады. Аралық станцияларда сигналдарды қабылдау және беру қабылдағыш таратқыштардағы паразиттік байланыстарды жою үшін әртүрлі жиіліктерде жүргізілуі тиіс. Қабылдау және тарату жиіліктерінің арасындағы айырмашылық жылжу жиілігі (fсдв) немесе жиілікті дуплексті тарату (FTX-RX) деп аталады.

Сонымен қатар, таратқыштың бір антеннаға жұмыс істеу кезінде қабылданған сигналға сигналдың әсерін жою үшін дуплексер орнатылады.

Тораптық станциялар аралық станциялардың функцияларын да, ақпаратты енгізу және шығару функцияларын да орындайды. Сондықтан олар ірі елді мекендерде немесе байланыс желілерінің қиылысу (тармақталу) нүктелерінде орнатылады.

Шеттік станция мен жақын тораптық станция арасындағы немесе тораптық Станциялар арасындағы аралық РРЛ учаскесі немесе секциясы деп аталады, ал қабылдағыш-таратқыш жабдықтың жиынтығы РРЛ оқпанын құрайды.

РРЛ үшін жиіліктер жоспарлары бір антеннамен жұмыс істеу кезінде қабылданатын сигналға берілетін сигналдың әсерін азайту және басқа радиобайланыс жүйелерімен электромагниттік үйлесімділік мәселесін шешу мақсатында әзірленген.

2 жиіліктік және 4 жиіліктік жүйелер қолданылады.

Передача f1B

ПРС

Прием f1H

Прием f1H

Прием f2H

3.4 сурет - қолданылатын жиілік жоспарлары:

а) екі жиілікті; б) төрт жиілікті.

2-жиіліктік жүйе (а сурет) жиілік жолағын пайдалану тұрғысынан үнемді, бірақ жақсы қорғаныс қасиеттері бар Антенналарды қолдануды талап етеді (10 ГГц жоғары жиіліктерде қосымша экранды – жағалы параболалық антенналар қолданылады). РРЖ-да екі жиілікті жоспарды пайдаланған кезде, 3.2-суретте көрсетілгендей, ұшу арқылы тарату жиілігінің қайталануы орын алады. Бұл ретте, бірдей жиіліктерде жұмыс істейтін РРС арасындағы өзара кедергілерді азайту үшін станциялар пункт арасындағы бағытқа қатысты зигзаг тәрізді орналасады.

Бұл ретте, егер станция F1 жиілігінде сигнал қабылдайтын және f2 жиілігінде беретін болса, онда онымен көршілес станцияларды f2 жиілігінде қабылдайды, ал f1 жиілігінде береді. Бұл екі жиіліктегі ХЭО-Р жиіліктер жоспарына сәйкес келетін жиіліктер жұбы радиожиілік діңін құрайды.

4-жиіліктік жүйе (3.4 сурет) қарапайым және салыстырмалы түрде арзан антенналарға жол береді, бірақ өте күрделі электромагниттік жағдай кезінде ғана сирек қолданылады.

Экономикалық тиімділікті және өткізу қабілетін арттыру үшін көп оқпанды радиорелейлік жүйелерді қолданады, онда әрбір станцияда бірнеше қабылдағыш таратушылар жалпы антенна-фидерлік тракт арқылы түрлі жиіліктермен жұмыс істейді.

3.1 кестеде 17 ГГц диапазонында ITU-R ұсыныстарына сәйкес РРЛ оқпандары үшін салмақ түсетін жиіліктер мысал келтірілген.

ITU-R R Recommendation F385

- 161МГц жиіліктерді дуплексті тарату (Tx-Rx) ;

- - оқпан арасында 7 МГц тарату.

Т а б л и ц а  3.1 - Несущие частоты для стволов РРЛ в соответствии с Рекомендацией ITU-R в диапазоне 17 ГГц.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ствол | f н, МГц | f в, МГц |
| 1 | 17428 | 17589 |
| 2 | 17435 | 17596 |
| 3 | 17442 | 17603 |
| 4 | 17449 | 17610 |
| 5 | 17456 | 17617 |
| … | … | … |
| 19 | 17554 | 17715 |
| 20 | 17561 | 17722 |
|  |  |  |

Станцияның әрбір оқпанының стандартты белгісі бар, мысалы: 2ВН, мұнда 2 - оқпан нөмірі, В - жоғарғы жиілікте қабылдауды білдіреді, Н - төменгі жиілікте беру (сәулелену). Аралықтың екінші жағында жабдық жиынтығы тиісінше 2нв белгісі болады.

Жұмыс істеу үшін бір антеннаға біріктіру кезінде біріктірілетін оқпандардың жиіліктерінің арасындағы айырмашылықты арттыру мақсатында тақ немесе жұп оқпандарды біріктіреді.

Қазіргі заманғы жүйелерде икемді жиіліктік жоспарлар қолданылады. Мұндай жағдайларда жиіліктік арналарды тарату өткізу қабілеттілігімен (ЦРРЛ жұмысының жылдамдығымен) және модуляция түрімен анықталады. Көбінесе 3,5; 7; 14 немесе 28 МГц тең жұмыс жиіліктерін тарату қадамы қолданылады.

Байланыс желілері жұмысының сенімділігін арттыру мақсатында N+1 резервтеудің әртүрлі тәсілдері қолданылады. Мұнда n - резервтік 1 оқпан пайдаланылатын жұмыс оқпандарының саны. Резервтік оқпандардың саны беру жүйесінің сенімділігіне қойылатын талаптарға байланысты өзгеруі мүмкін. Қазіргі заманғы аппаратураның жоғары сенімділігін ескере отырып, резервтеусіз қарапайым бір бағаналы байланыс жүйелері жиі құрылады.

4. Радиорелелік станциялар аппаратурасын құру принциптерін сипаттаңыз

Қабылдау тарату жабдықтары РРЖ үлкен және орташа сыйымдылықты бірдей жарамды ретінде беру үшін сигналдарының көпарналы телефония, сондай-ақ сигналдарын теледидар. Телефон және теледидар оқпандарының соңғы жабдықтары әртүрлі.

Қазіргі заманғы микротолқынды жабдық бір немесе бірнеше кабельмен қосылған ішкі және сыртқы модульдерден тұрады. Кабельдердің ұзындығы бірнеше жүз метр болуы мүмкін.

Ішкі модуль, үй-жайда орнатылған, бастапқы цифрлық ағындарға арналған кіру және шығу интерфейстерін, бақылау және басқару модемдері мен құрылғыларын қамтитын кіру торабы. Кіріс және шығыс интерфейстері электрлік (ЭИ) немесе оптикалық (ОИ) болуы мүмкін, және де аппаратураның кейбір типтері екі интерфейсті қамтиды немесе олар тапсырыс бойынша орнатылады.

Интерфейстерде цифрлық ағындарды мультиплексирлеу аппаратурасынан кабельдер бойынша келіп түсетін сигналдарды келісу, кодтарды түрлендіру (квазитроиялық nrz және кері) және тактілік жиілікті бөлу (кіру құрылғыларында) жүргізіледі.

Модуляция алдында және демодуляциядан кейін сигналдарды негізгі өңдеу тиісті цифрлық процессорларда жүзеге асырылады.

Ішкі модульдің тарату бөлігінде сандық процессор келесі операцияларды орындайды:

кодтық тізбектерді ауыстыру (ұзақ пакеттік қателерді қорғау үшін);

тесу немесе блокты түзету кодтарын пайдалана отырып қателерді алдын ала түзету (FEC) ;

скремблирлеу (сандық сигналдардың статистикалық қасиеттерін жақсарту үшін));

келесі көп деңгейлі модуляция үшін синфазалық (I) және квадраттық (Q) арналардың сандық ағындарын қалыптастыру 

Цифрлық-аналогтық түрлендіргіште (ЦАП) қолданылатын модуляция түріне сәйкес I және Q арналардың цифрлық ағындарынан көп деңгейлі сигналдар қалыптасады. Мысалы, 4фм модуляциясында 2-деңгейлі сигналдар, ал 16КАМ - төрт деңгейлі сигналдар қолданылады. Бұл сигналдар аралық жиіліктегі тербелістерді басқаратын модуляторға (Мд) түседі. Қызметтік сигналдардың модуляторы (Мтқс) трафик сигналына сыртқы блокта бөлінетін, оның жұмысын басқару үшін қажетті қызметтік сигналдарды қосады.

Аралық жиіліктің модуляцияланған сигналы коаксиалды кабель арқылы сыртқы блокқа сүзу құрылғысы (УК) арқылы өтеді. Алдын ала аралық жиілік сигналы әр түрлі қызметтік ақпаратпен және жүйені басқарудың сандық деректерімен қосымша модуляцияланады.

Ішкі модульдің қабылдау бөлімінде тарату бөлігінде жүргізілген кері операциялар жүргізіледі. Қабылдау бөлмесінің кіруіне коаксиалды кабель бойынша сыртқы блоктан аралық жиілік сигналы түседі. Кабельдегі өзара әсерлерді жою үшін аралық тарату және қабылдау жиілігі сигналдары әртүрлі болып таңдалады (тарату үшін - 300 - 800 МГц, қабылдау үшін, көбінесе 70 МГц).

Осы кабельдің орталық желісі мен орамасы бойынша жабдықтың сыртқы модуліне қуат беріледі (20 - 80 В тұрақты ток).

Сыртқы модуль таратқыш пен қабылдағышты қамтиды және антеннаға тікелей жақын орналасқан антенна тірегіне орнатылады немесе оған түйіседі.

Таратқыш аралық жиілік сигналын жиіліктердің жұмыс ауқымына түрлендіреді және шығыс сәулеленудің қажетті қуатын қамтамасыз етеді. Осы мысалда таратқыш трактісінің құрылымдық сұлбасы қызметтік байланыс демодуляторынан басталады,онда сыртқы модуль жұмысын басқару және оның параметрлерін бақылау үшін сигналдар бөлінеді. Аралық жиіліктің негізгі сигналы араластырғыштан (СМ) және беретін генератордан тұратын жиілік түрлендіргішінің кіруіне ӨСБ (КБЧ) қуатты күшейткіші арқылы келіп түседі. Берілген генератордың тербелістері гетеродинді жиіліктер блогында пайда болады.

Түрлендіргіш процесінде алынған, беруші генератордың көтергіш жиілігінен және екі бүйірлік жолақтан тұратын сигнал АЖЖ (УСВЧ) күшейту блогына жолақтық сүзгі (ПФ) арқылы түседі. Жолақ сүзгісі түрлендірілген сигналдан олардың бір бүйір жолақтарын бөледі. Әдетте қазіргі заманғы аппаратурада УСВЧ алдында таратқыштың сәулеленетін қуатын реттеуге арналған басқарылатын аттенюатор орнатылады. Бұл аттенюатор трассада сигналдың таралу шарттарына байланысты таратқыштың қуатын бейімдеп реттеу жүйесінің (АЖО) жұмысын қамтамасыз етеді.

Таратқыштың амплитудалық сипаттамасының сызықтық жақсартуы үшін үшінші гармоника бойынша бұрмалау компенсаторлары қолданылады, олар ӨБ (ПсК) трактісінде немесе СВЧ трактісінде (LNZ) орнатылуы мүмкін.

Таратқыштың шығу сигналы келесі функцияларды орындайтын бөлгіш сүзгілердің блоктары (РФ) арқылы антеннаға өтеді:

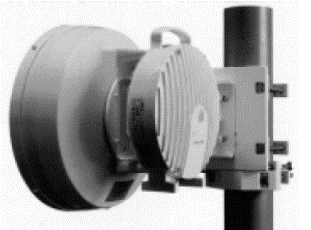
- көп оқпанды жұмыс кезінде әртүрлі радиожиіліктердің сигналдарын бөлу;

- қабылдағыштар мен таратқыштардың жұмысын бір антенна арқылы қамтамасыз ету;

- арналық жиіліктік жоспарлар кезінде әртүрлі поляризация сигналдарын бөлу;

- қабылдағыштарды, таратқыштарды және Антенналарды келісуді қамтамасыз ету.

Қабылдағыш сигналды жұмыс диапазонынан аралық жиілікке түрлендіреді және бұл сигналды қажетті деңгейге дейін күшейтеді.



Сурет 4.2-NEC фирмасының PASOLINK жабдығының Сыртқы блогы

Pasolink радиорелелік жабдығының сыртқы блогы көрсетілген. Параболикалық антеннаның диаметрі 45 см және қабылдау-тарату блогымен тікелей толқындарсыз қосылады. Антенналық тірекке модульді бекітуге арналған элементтер антенналық блокта орналасады және тік және көлденең жазықтықтарда түзету құрылғылары болады. Қабылдау-тарату блогын ауыстыру, баптау және алдын алу үшін антенналық блоктан оңай ажыратуға болады. Қабылдағыш таратқышқа үлкен диаметрлі (0,6 және 1,2 м) антенналар қосылуы мүмкін.

Сыртқы блок үй-жайда орналасқан ішкі блоктармен, коаксиалды кәбілмен жалғанады. Қазіргі заманғы модемдік жабдық – бұл орталық немесе жергілікті компьютердің басқаруында жұмыс істейтін жеңіл өзгермелі кешен.

.

Ішкі блокта (IDU) мультиплексирлеуді, коммутацияны және пайдаланушының барлық интерфейстерін қоса алғанда, негізгі жолақтың сигналын өңдеу блоктары орналасқан.

Телефон бағанасының топтық сигналы спектрінің мысалы 4.4-суретте келтірілген.



Сурет 4.4-телефон бағанасының топтық сигналының сызықтық спектрі:

1-CC (қызметтік байланыс сигналдары, топтық спектрдің төменгі бөлігінде жеке тар жолақты арна); 2 – МТфС (көпарналы телефон хабарламасы); 3, 4-СЗВ1, СЗВ2 (дыбыстық хабар тарату сигналдары 1, 2);

5-КС (пилот-сигнал); f-жиілік

Пилот-сигнал-резервтік арнаны пайдалану туралы шешім қабылдау кезінде сигналдың рұқсат етілген деңгейін бақылауды жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

5. РРЖ-дағы сыртқы блоктың тағайындалуы туралы жазыңыз

Қазіргі заманғы микротолқынды жабдық бір немесе бірнеше кабельмен қосылған ішкі және сыртқы модульдерден тұрады. Кабельдердің ұзындығы бірнеше жүз метр болуы мүмкін.

Ішкі модуль, үй-жайда орнатылған, бастапқы цифрлық ағындарға арналған кіру және шығу интерфейстерін, бақылау және басқару модемдері мен құрылғыларын қамтитын кіру торабы. Кіріс және шығыс интерфейстері электрлік (ЭИ) немесе оптикалық (ОИ) болуы мүмкін, және де аппаратураның кейбір типтері екі интерфейсті қамтиды немесе олар тапсырыс бойынша орнатылады.

Интерфейстерде цифрлық ағындарды мультиплексирлеу аппаратурасынан кабельдер бойынша келіп түсетін сигналдарды келісу, кодтарды түрлендіру (квазитроиялық nrz және кері) және тактілік жиілікті бөлу (кіру құрылғыларында) жүргізіледі.

Модуляция алдында және демодуляциядан кейін сигналдарды негізгі өңдеу тиісті цифрлық процессорларда жүзеге асырылады.

Ішкі модульдің тарату бөлігінде сандық процессор келесі операцияларды орындайды:

кодтық тізбектерді ауыстыру (ұзақ пакеттік қателерді қорғау үшін);

тесу немесе блокты түзету кодтарын пайдалана отырып қателерді алдын ала түзету (FEC) ;

скремблирлеу (сандық сигналдардың статистикалық қасиеттерін жақсарту үшін));

келесі көп деңгейлі модуляция үшін синфазалық (I) және квадраттық (Q) арналардың сандық ағындарын қалыптастыру 

Цифрлық-аналогтық түрлендіргіште (ЦАП) қолданылатын модуляция түріне сәйкес I және Q арналардың цифрлық ағындарынан көп деңгейлі сигналдар қалыптасады. Мысалы, 4фм модуляциясында 2-деңгейлі сигналдар, ал 16КАМ - төрт деңгейлі сигналдар қолданылады. Бұл сигналдар аралық жиіліктегі тербелістерді басқаратын модуляторға (Мд) түседі. Қызметтік сигналдардың модуляторы (Мтқс) трафик сигналына сыртқы блокта бөлінетін, оның жұмысын басқару үшін қажетті қызметтік сигналдарды қосады.

Аралық жиіліктің модуляцияланған сигналы коаксиалды кабель арқылы сыртқы блокқа сүзу құрылғысы (УК) арқылы өтеді. Алдын ала аралық жиілік сигналы әр түрлі қызметтік ақпаратпен және жүйені басқарудың сандық деректерімен қосымша модуляцияланады.

Ішкі модульдің қабылдау бөлімінде тарату бөлігінде жүргізілген кері операциялар жүргізіледі. Қабылдау бөлмесінің кіруіне коаксиалды кабель бойынша сыртқы блоктан аралық жиілік сигналы түседі. Кабельдегі өзара әсерлерді жою үшін аралық тарату және қабылдау жиілігі сигналдары әртүрлі болып таңдалады (тарату үшін - 300 - 800 МГц, қабылдау үшін, көбінесе 70 МГц).

Осы кабельдің орталық желісі мен орамасы бойынша жабдықтың сыртқы модуліне қуат беріледі (20 - 80 В тұрақты ток).

Сыртқы блок үй-жайда орналасқан ішкі блоктармен, коаксиалды кәбілмен жалғанады. Қазіргі заманғы модемдік жабдық – бұл орталық немесе жергілікті компьютердің басқаруында жұмыс істейтін жеңіл өзгермелі кешен.

6. РРС-дағы ішкі блоктың тағайындалуы туралы жазыңыз

Қазіргі заманғы микротолқынды жабдық бір немесе бірнеше кабельмен қосылған ішкі және сыртқы модульдерден тұрады. Кабельдердің ұзындығы бірнеше жүз метрді құрауы мүмкін сыртқы модульде таратқыш пен қабылдағыш болады және антеннаға тікелей жақын орналасқан антенналық тіректе орнатылады немесе оған түйіседі.

Таратқыш аралық жиілік сигналын жиіліктердің жұмыс ауқымына түрлендіреді және шығыс сәулеленудің қажетті қуатын қамтамасыз етеді. Осы мысалда таратқыш трактісінің құрылымдық сұлбасы қызметтік байланыс демодуляторынан басталады,онда сыртқы модуль жұмысын басқару және оның параметрлерін бақылау үшін сигналдар бөлінеді. Аралық жиіліктің негізгі сигналы араластырғыштан (СМ) және беретін генератордан тұратын жиілік түрлендіргішінің кіруіне ӨСБ (КБЧ) қуатты күшейткіші арқылы келіп түседі. Берілген генератордың тербелістері гетеродинді жиіліктер блогында пайда болады.

Түрлендіргіш процесінде алынған, беруші генератордың көтергіш жиілігінен және екі бүйірлік жолақтан тұратын сигнал АЖЖ (УСВЧ) күшейту блогына жолақтық сүзгі (ПФ) арқылы түседі. Жолақ сүзгісі түрлендірілген сигналдан олардың бір бүйір жолақтарын бөледі. Әдетте қазіргі заманғы аппаратурада УСВЧ алдында таратқыштың сәулеленетін қуатын реттеуге арналған басқарылатын аттенюатор орнатылады. Бұл аттенюатор трассада сигналдың таралу шарттарына байланысты таратқыштың қуатын бейімдеп реттеу жүйесінің (АЖО) жұмысын қамтамасыз етеді.

Таратқыштың амплитудалық сипаттамасының сызықтық жақсартуы үшін үшінші гармоника бойынша бұрмалау компенсаторлары қолданылады, олар ӨБ (ПсК) трактісінде немесе СВЧ трактісінде (LNZ) орнатылуы мүмкін.

Таратқыштың шығу сигналы келесі функцияларды орындайтын бөлгіш сүзгілердің блоктары (РФ) арқылы антеннаға өтеді:

- көп оқпанды жұмыс кезінде әртүрлі радиожиіліктердің сигналдарын бөлу;

- қабылдағыштар мен таратқыштардың жұмысын бір антенна арқылы қамтамасыз ету;

- арналық жиіліктік жоспарлар кезінде әртүрлі поляризация сигналдарын бөлу;

- қабылдағыштарды, таратқыштарды және Антенналарды келісуді қамтамасыз ету.

Қабылдағыш сигналды жұмыс диапазонынан аралық жиілікке түрлендіреді және бұл сигналды қажетті деңгейге дейін күшейтеді.



Сурет 4.2-NEC фирмасының PASOLINK жабдығының Сыртқы блогы

Pasolink радиорелелік жабдығының сыртқы блогы көрсетілген. Параболикалық антеннаның диаметрі 45 см және қабылдау-тарату блогымен тікелей толқындарсыз қосылады. Антенналық тірекке модульді бекітуге арналған элементтер антенналық блокта орналасады және тік және көлденең жазықтықтарда түзету құрылғылары болады. Қабылдау-тарату блогын ауыстыру, баптау және алдын алу үшін антенналық блоктан оңай ажыратуға болады. Қабылдағыш таратқышқа үлкен диаметрлі (0,6 және 1,2 м) антенналар қосылуы мүмкін.

Ішкі блокта (IDU) мультиплексирлеуді, коммутацияны және пайдаланушының барлық интерфейстерін қоса алғанда, негізгі жолақтың сигналын өңдеу блоктары орналасқан.

Телефон бағанасының топтық сигналы спектрінің мысалы 4.4-суретте келтірілген.



Сурет 4.4-телефон бағанасының топтық сигналының сызықтық спектрі:

1-CC (қызметтік байланыс сигналдары, топтық спектрдің төменгі бөлігінде жеке тар жолақты арна); 2 – МТфС (көпарналы телефон хабарламасы); 3, 4-СЗВ1, СЗВ2 (дыбыстық хабар тарату сигналдары 1, 2);

5-КС (пилот-сигнал); f-жиілік

Пилот-сигнал-резервтік арнаны пайдалану туралы шешім қабылдау кезінде сигналдың рұқсат етілген деңгейін бақылауды жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

7. РРЛ жобалау қалай жазыңыз

Тікелей көрінетін РРЖ құрылысы байланыс желісін жобалаудан басталады.

Жобалауды шартты түрде келесі кезеңдерге бөлуге болады:

1) жұмыс жиілігін анықтау (рұқсат алу, ЭМҮ бағалау);

2) трассаны таңдау (станциялардың орналасқан жері, жергілікті жер бедерін есепке алу, Электрмен қоректендірудің және т. б. болуы.);

3) Антенналарды ілу биіктігін анықтау (аралықтың профилін құру));

4) Жабдықты таңдау (техникалық сипаттамалар, қызмет көрсету));

5) байланыс тұрақтылығын тексеру (қателіктер бойынша нормаларды орындау));

6) нәтижелерді талдау.

Егер жобаны Тапсырыс беруші мақұлдаса, жабдықты монтаждауға және пайдалануға беруге кіріседі.

Сигнал жиілігіне таратқыштың қуатын шектеу кезінде қамтамасыз етуге болатын аралықтың ең үлкен ұзындығы байланысты. Жиілік көп болған сайын, бос кеңістікте өшу және жаңбыр радиосигналдың таралуына әсері соғұрлым көп.

Қазіргі уақытта РРЛ үшін келесі жиілік диапазондары кеңінен қолданылады:

7-8 ГГц (РРЛ аралығының орташа ұзақтығы 30-40 км құрайды, антенналар 1,5 – 2,5 м диаметрде күшейтудің жоғары коэффициенті бар, гидрометеорлардың әлсіз әсері (жаңбыр, қар, тұман және т. б.), бірақ бұл жиілік диапазонында өте күрделі электромагниттік жағдай бар, көптеген РРЛ бар және осы жиіліктерге рұқсат алу қиын);

10.7-11.7, 12.7-13.2 ГГц (ұшу ұзақтығы 15-30 км, антенналардың шағын габариттері (0,6 м) және салмағы бар, бұл антенна тіректерінің салыстырмалы арзандығын қамтамасыз етеді, гидрометаторлардың әсері артады, қолайсыз электромагниттік жағдай);

14.5-15.35, 17.7-19.7 ГГц (аралықтардың ұзындығы 20 км жетеді, типтік параболикалық антенналардың диаметрі 0,45; 0,6, сигналдардың таралуына гидрометеорлар күшті әсер етеді, электромагниттік жағдай тыныш). Жаңбыр интенсивтілігі 20-160 мм/сағ болған кезде дождта әлсіреуі 1-12 дБ/км болуы мүмкін.

21.2-23.6 ГГц 25.25-27.5 ГГц (орта аралығының ұзындығы 15 км, антенна бар диаметрі 0,3; 0,6 м, әлсіреуі в дождях 3-24 дБ/км, диапазоны пайдалануға рұқсат етілген жерсеріктік байланыс жүйелерінде, сондықтан есептеу кезінде ескеру мүмкіндігі кедергілер).

Жоғарыда келтірілген жиіліктер сирек қолданылады, өйткені аралықтың ұзындығы 10-12 км-ден аспайтын және гидрометеорлар мен атмосферада қатты өшуі.

Келтірілген мәліметтерді ескере отырып, жабдықтың жұмыс жиіліктері таңдалады және аралықтың орташа ұзындығын біле отырып, топографиялық карта бойынша станцияны орналастыру орнын таңдайды. Антенналар орналасатын діңгектер көрші станциялардың тікелей көріну шегінде кедергілер болмайтындай биіктікте орналасады (төбелер, ғимараттар, орман алқабы).



5.1 сурет-топографиялық картадағы РРЛ трассасы

Таратқыш энергиясының негізгі бөлігі айналу эллипсоидін ұсынатын Френельдің ең аз аймағының ішінде қабылдау антеннасының жағына таралады,оның үлкен осінің шеттерінде тарату және қабылдау антенналары орнатылады. Аралықтың кез келген нүктесінде Френельдің ең аз аймағының радиусын мына формула бойынша анықтауға болады:

, м

мұнда-аралықтағы рельефтің ең жоғары нүктесінің салыстырмалы координаты;

R0-аралықтың ұзындығы, м;

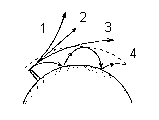
λ-толқын ұзындығы, м;

Rj-кедергі нүктесіне дейінгі қашықтық, М.

8. Антенна тіректерінің биіктігін қалай анықтауға болады?

Оның бір текті құрылымы мен биіктіктегі сыну коэффициентінің өзгеруінен атмосферада рефракция деп аталатын радиотолқындар траекториясының қисаюы болады. Рефракция құбылысы РРЛ антенналарының тікелей көріну шегінде радиотолқындардың таралуына елеулі әсер етеді. Планеталардың сфералық-қабатты атмосфераларындағы рефракция сипаты G= dN/dh ретінде анықталатын атмосфераның сыну индексінің биік градиентімен анықталады, мұнда N – атмосфераның сыну индексі.

Атмосфераның сыну индексінің тік градиентінің кездейсоқ өзгеруі кейбір жағдайларда жер бетіне тие алатын радиолуч траекториясының қисаюына алып келеді және бұл ретте қабылданатын сигналдың деңгейін төмендететін дифракцияның әсері туындайды. Жер үсті кедергілерінен антенналардың өзара көрінуін толық жоғалту (байланыстың болмауы) мүмкін.



5.2 сурет-түрлі рефракция кезіндегі радиолуч траекториялары:

1) g>0 теріс рефракция; 2) g=0 рефракция болмауы;

3); g<0 оң рефракция

4) Жер - ионосфераның толқынды арнасының пайда болуы.

Сондықтан РРЛ жобалау кезінде Антенналарды ілу биіктігін таңдау арқылы трассаның жеткілікті жарықтандырылуын қамтамасыз ету маңызды.

Егер жер бетінің тегіс емес биіктігі Δhj ≥ 2h0 болса, аралық қиылысқан болып табылады.

0

2

4

6

8

10

12

14

16

R, км

h2, м

h1,м

H0

ΔH(g+σ)

Zj

Y

S

M

O

D

C

R0, км

Rj, км

A1

A2

rП

5.2 сурет-РРЛ аралығының профилі (тік тілік М сонымен бірге келесі белгілер қабылданды:

A1, A2-РРЛ қабылдау-тарату антенналары;

h1, h2-Антенналарды ілу биіктігі;

CD, MO, SY-жер бедерінің биіктігі;

M-сыни нүкте (кедергі шыңы);

Zj-жақын формула бойынша анықтауға болатын жердің нақты қисығы

, м

R0-аралықтың ұзындығы, км;

а = 6370 км-жер радиусы;

H (0) - рефракция болмаған кезде ұшудағы Жарық, м;

ΔH (+σ) - 80% уақыт ішінде бар рефракция есебінен сәуленің өзгеруінің орташа мәні (құрылғы, сәйкесінше орташа мәні және тропосфераның диэлектрлік өткізгіштігінің тік градиентінің стандартты ауытқуы), м;

H (+σ) - 80% уақыт ішінде бар, әдетте, H0 тең таңдайды.

м, м.

Ради трассаны және антенналық тіректердің орналасу орнын таңдағаннан кейін, жер бедері мен қисықтығын ескере отырып аралықтың профилін құру. Жергілікті жерді, өсімдіктер мен ғимараттардың биіктігін ескере отырып, Антенналарды ілу биіктігін анықтауға кірісуге болады. Қосымша құрылыстар Н0 , және Н(0) есептелген мәндері бойынша орындалады.

М критикалық нүктесінен ұшып өту профилінде h(0) ауқымында кейінге қалдырылады және H(0) кесіндісінің жоғарғы нүктесі арқылы Антенналарды қосатын сәуле жүргізеді.

Антенналардың ілу биіктігін, егер сәуле көлденең өтетін болса, күрделі рельеф жағдайында антенналардың ілу биіктігін масштабқа сәйкес сурет бойынша анықтайды.

h1 = ON + OM + H (0) – CD, м,

h2 = ON + OM + H (0) - SY, м

Антенналарды ілу биіктігін есептеу бірнеше ерекшеліктерден басқа аналогтық және сандық РРЛ үшін ортақ болып табылады. Үшін, " РРЖ тікелей көру критерийлері анықталды байланыс сапасының нормаларына сәйкес ITU-R. Міндеттері жобалау сәйкестігін тексеру параметрлерінің жобаланған РРЖ осы критерийлер.

9. Сандық РРЛ үшін байланыс тұрақтылығын қалай есептеуге болады

Цифрлық РРЛ жобалау кезінде қойылатын параметрлер ретінде әдетте қателері бойынша сапа көрсеткіштері (BER) және дайындық көрсеткіштері (Ar дайындық коэффициенті) пайдаланылады. Қандай да бір сапа көрсеткішін пайдалану тұрып қалу ұзақтығына байланысты:

- - бос тұрып қалу ұзақтығы 10-нан аз болса, қателесу себебі көп сәулелік тарату және бұл жағдайда қолданылатын нормалар қате бойынша сапа көрсеткіштері (қатты);

- ұзақ уақыт бойы тұрып қалған жағдайда (себептері: жаңбыр, жабдықтың істен шығуы) дайындық нормаларын (жұмсақ) қолданады.

Әдетте, РРЛ жабдықтарын өндірушілер Рпрм қабылдағышының кірісінде сигналдың шекті қуатының мәнін береді.BER=10 мин (n=-5 және N=-6).

Дайындық коэффициенті (AR) тракті бақылау кезеңі бойында дайын күйде болатын уақыт үлесі ретінде анықталады (мысалы, 1 жыл). Басқа шама-дайындық коэффициенті (UR), АR+UR=1.

Дайындықтың жалпы коэффициенті тең

AR=1- [(Т1+Т2 –ТВ)/TЕ],

мұнда Т1 және Т2-бір және басқа бағыттағы дайын болмау уақыты;

ТД-бір уақытта екі бағыт үшін дайын емес уақыт;

Бағалау уақыты (=1 жыл).

ITU ұсыныстарына сәйкес жоғары сапалы цифрлық РРЛ (ГЭЦ-ұзындығы 2500км) дайындығының нормалары 99,5 - 99,9% шегінде белгіленеді. Іс жүзінде 99,7% мәнін жиі қолданады, бұл ретте дайын еместігі 0,3% болады. Қысқа желілер үшін дайындық коэффициентін анықтау үшін сызықтық экстраполяция қолданылады. Мысалы, ұзындығы 250км UR=0,03% желі үшін.

Қоры замирание сипаттайды қабілеті жүйесін қолдау талап етілетін деңгейі қабылданатын сигналдың жағдайлары нашарлаған кезде сигналдың таралу ұшып РРЖ.

*Ft = SG+GПРД+ GПРМ –L0-2η,* дБ,

(6.2)

мұнда SG-жүйе коэффициенті, дБ;

(2° 5 дБ) антенна-фидер жолында сигналдың өшуі);

Lo-еркін кеңістіктегі радиотолқындардың өшуі, дБ;

GПРД, GПРМ - сәйкесінше тарату және қабылдау антенналарының күшейту коэффициенттері, дБ.

ДБ-да радиотолқындардың таралу жолындағы сигналдың әлсіреуі



мұндағы LДОП – нақты таралу ортасының біртектес емес есебінен сигналдың қосымша әлсіреуі (атмосферадағы газдарда, су буында өшуді есепке алу).

Бос кеңістікте өшу толқынның ұзындығын және аралықтың ұзындығын ескере отырып, мынадай формула бойынша анықталады:

 дБ,

(6.4)

мұндағы λ-толқын ұзындығы, м.

Радиорелелік жүйелерде параболалық айналы антенналар жиі қолданатындықтан, антенналардың күшейту коэффициенті анықталады:

**, дБ,

(6.5)

мұндағы q - антеннаны ашу коэффициенті (0,7-0,9);

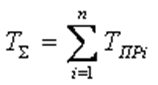
DA-антенна диаметрі, м.

Егер Антенналарды ілу биіктігі дұрыс таңдалса, онда байланыс тұрақтылығы теңсіздіктің орындалуымен бағаланады

http://lib.aipet.kz/aies/facultet/frts/kaf_tks/27/umm/tkc_1.files/image040.gif

(6.6)

Т∑ - ЦРРЛ барлық трассасы үшін сигналдың терең тұйықталуынан байланыс сапасының нашарлауының жиынтық ықтималдығы (уақыт пайызы) ,

ТДОП – осы ЦРРЛ-да нормаларға сәйкес байланыс сапасының нашарлауына жол берілетін ықтималдық. Бұл мәселені бір ұшып өту үшін қарастырайық, өйткені N аралықтан тұратын РРЛ үшін байланыс сапасының нашарлау ықтималдығы тиісінше анықталады 

, %

(6.7)

Формуладағы қосындылардың әрқайсысы әртүрлі климаттық аудандарға тән статистикалық деректерге негізделген ITU тиісті ұсыныстары негізінде анықталады.

Радиотолқындар ТҚК субрефракциясынан туындаған байланыстың нашарлау уақытын әрбір ұшып өту үшін келесі әдістеме бойынша жүргізеді.

Аралықтағы саңылаудың орташа мәні анықталады:

H(g)=H(0)+H(g) = H(0)-(Ro2/4)\*g\*k\*(1-k), м

Салыстырмалы Жарық:

P(g)= H(g)/Ho

Кедергілердің енін анықтау үшін аралықтың профилінде кедергі төбесінен у = Н0 қашықтықта тура параллель радиолучаны жүргізеді және осы түзу мен рельефтің қиылысу нүктелерінің арасындағы қашықтықты БП , км 5.2-суретте көрсетілгендей анықтайды. Содан кейін кедергінің салыстырмалы радиусы есептеледі

*l*= *rП* /*R0* .

Салаларды аппроксимирлеуші кедергіні сипаттайтын Параметр мынадай формула бойынша есептеледі:



мұнда l-кедергі радиусы, м;

 аралықтағы рельефтің ең жоғары нүктесінің салыстырмалы координаты.

Френельдің ең аз аймағының экрандау кедергісінен туындаған сигналдың терең тұйықталуы басталатын Р(g0) салыстырмалы саңылауының мәні: *Р(g0)= (V0-Vmin)/V0 , мұнда V0-белгілі мән бойынша 2.15 /1 суреттен анықталатын Н(0)=0 кезіндегі ең аз әлсіреу көбейткіші ;*

*Vmin = - Ft /2 – - ең аз рұқсат етілген әлсіреу көбейткіші, дБ.*

*Содан кейін А коэффициенті (6.8) және параметр (6.9):*

 Параметрі :

ψ = 2,31А(р(g)-p(g0)).

Кесте бойынша 2.16 /1/ сурет ТҚК (сұйықтық) анықталады, %.

(6.7) формуладағы екінші қосылымды Тимт көп сәулелі таралу салдарынан қатып қалудан байланыс тұрақсыздығы уақытының пайызын қарастырайық.

ψ = 2,31А(р(g)-p(g0)).

мұнда Ft - өшіруге арналған қор (6.2), дБ;

R0-аралықтың ұзындығы, км;

f-жиілік, ГГц;

К - климаттың және жер бедерінің әсерін ескеретін коэффициент;

Q-радиотрассаның көлбеуін ескеретін коэффициент;

В=0,89; С=3,6-Қазақстан үшін Р. 530 ITU-R ұсыныстарына сәйкес аймақтық әсерлерді ескеретін коэффициенттер.

Рн мәні рефракции *dN/dh* ≤ -100 -бірлік/км рефракция тік градиенті бар уақыт пайызын білдіреді .

Қазақстан үшін CLat және CLot коэффициенттері 0-ге тең.



Мұнда -радиотрассаның еңісі, мрад,

h1, h2-Антенналарды ілу биіктігі, м.

Есептеу уақыт нашарлауы байланыс жаңбыр.

ITU ұсыныстарына сәйкес жер шарының аумағы жаңбырдың орташа қарқындылығы бойынша 16 климаттық аймаққа бөлінген. Аймақтар латын әріптерімен белгіленеді. Қазақстан Е аймағына жатады, ол үшін жауын-шашын қарқындылығы (0,01% уақыт ішінде асатын) R0,01 = 22 мм/сағ.

Дожде сигналдың өшуін бағалау үшін жаңбыр трассасының тиімді ұзындығы есептеледі:

dЭ = r∙Ro, км

мұнда r=1 / [1+(R0 / d0)] - қысқарту коэффициенті,

d0 = 35∙ exp(-0,015∙R0, 01) - тіректік қашықтық.

Өшіру электромагниттік толқындардың жаңбыр тәуелді жиілік және сигнал поляризация, погонное өшіру да жаңбыр мынадай формулалар бойынша анықталады:

γV = kV \*R0.01 αV,дБ/км;

γН = kН \*R0.01 αН , дБ/км,

мұнда α және k-көлденең (Н) және тік (V) поляризацияға арналған регрессия коэффициенттері.

Регрессия коэффициенттері әртүрлі жиіліктер үшін анықтамалық кестелерде келтіріледі.

0,01% уақыт үшін асатын трассада өшу өрнегімен анықталады: A0,01 = γ ∙ dЭ , дБ.

0,001-1% диапазонында т уақытының басқа пайызы үшін асып түсетін өшу теңдеуден анықталуы мүмкін:

(6.10)

AT /A 0,01=0,12∙T[exp(-0,546-0,043∙lgT)].

Осы теңдеудің негізінде, жаңбырдан байланыс тұрақсыздығының уақыт пайызын анықтау үшін өрнек аламыз 

Егер А0, 01 / Ft <0,154023 болса,онда нақты мәнді алу үшін А0, 01/Ft = 0,155 қабылдау қажет.

T∑ есептелгеннен кейін 6.7 формулаға сәйкес бұл мән байланыс тұрақсыздығының рұқсат етілген пайызымен салыстырылады, ол мына формула бойынша анықталады:

, 

мұнда L-РРЛ трассасының ұзындығы км;

2500 км-РРЛ гипотетикалық эталондық сызығының ұзындығы.



(6.13)

Егер 6.13 теңсіздік орындалса, онда радиорелелік желіде байланыс тұрақты және жобалау дұрыс жүргізілді. Егер теңсіздік орындалмаса, демек, радиорелелік желіде байланыс тұрақты емес.

Талдау жүргізіп, байланыс бұзылуының себебін анықтап, жобаға осы себептерді жоятын өзгерістер енгізу қажет.

Әсерін азайту үшін жаңбыр болады өзгерту жиілік диапазоны, яғни пайдалану жиілігін төмен болды. Бірақ бұл қиындықтармен байланысты, себебі жиіліктер жобалау ауданындағы электромагниттік жағдайды ескере отырып, басқа жиіліктерді алу мүмкін емес. Бұл жағдайда аралықтың ұзындығын азайту немесе антенналардың диаметрін арттыру қажет,бұл аралықтың энергетикалық сипаттамаларын жақсартады.

Антенналарды ілу биіктігін өзгерту интерференция мен субрефракция әсерін азайтуға мүмкіндік береді.

10. Сандық сигналдардың иерархиясын сипаттаңыз

Сандық сигналдар иерархиясы. Синхронды сандық Иерархия (СЦИ: ағылш. SDH-Synchronous Digital Hierarchy) - бұл көліктік телекоммуникациялық желілер технологиясы.ССИ стандарттары фреймдердің (циклдардың) құрылымын, мультиплексирлеу әдісін, цифрлық жылдамдықтар иерархиясын және интерфейстердің кодтық үлгілерін қоса алғанда, цифрлық сигналдардың сипаттамаларын анықтайды.

Интерфейстерді стандарттау әр түрлі өндірушілерден түрлі жабдықтарды қосу мүмкіндігін анықтайды. SDH жүйесі сандық жылдамдық деңгейіндегі стандарттарды, фрейм құрылымын, мультиплексирлеу әдісін, желілік интерфейстерді, мониторинг пен басқаруды қоса алғанда желілік тораптық интерфейстерге арналған әмбебап стандарттарды қамтамасыз етеді. Сондықтан әртүрлі өндірушілердің SDH жабдығы бір желіге оңай қосылуы және орнатылуы мүмкін, бұл жүйелік үйлесімділікті жақсы көрсетеді.

SDH жүйесі ақпараттық құрылымдардың стандартты деңгейлерін, яғни стандартты жылдамдықтар жиынтығын қамтамасыз етеді. Жоғары деңгейдегі цифрлық жылдамдық STM-1 ағын жылдамдығын тиісінше 4, 16, 64 және т.б. көбейту арқылы анықталады: 622 Мбит/с (STM-4), 2,5 Гбит/с (STM-16), 10 Гбит/с (STM-64) және 40 Гбит/с (STM-256).

Желілік (оптикалық) интерфейстер әмбебап стандарттарды пайдалана отырып жұмыс істейді. Желілік сигнал тек скремблирленеді (scrambled (ағылш .))- шифрланған, артық код жоқ. Скремблирлеу стандарты-әмбебап. Сондықтан да қабылдауда да, таратуда да стандартты скремблер мен дескремблер қолданылуы тиіс. Скремблирлеудің мақсаты-сызықты сигналдан синхросигналды алуды жеңілдету үшін 50% - ға жақын "1" бит және "0" биттің пайда болу ықтималдығын жасау. Желілік сигнал тек қана скремблирленетіндіктен, SDH сигналының сызықтық жылдамдығы SDH электр интерфейсіндегі сигналдың стандартты жылдамдығына сәйкес келеді. Осылайша, таратушы лазерлермен оптикалық қуатты тұтыну өзгеріссіз қалады, алайда олардың жылу бөлінуі төмендейді (себебі "1" қатарынан көп мөлшерде жүру мүмкіндігі алынып тасталады), бұл олардың ресурсын арттырады. Күшейткіштің Автоматты ілмектерінің "1" ("0") ұзақ бірізділігінің скремблирленуі қолданылатын тағы бір себебі кіріс сигналының деңгейін арттыру (азайту) ретінде қабылданады, бұл күшейткіштің дұрыс реттелмеуіне әкелуі мүмкін.

SDH жүйесіндегі барлық ақпарат контейнерлерде беріледі. Контейнер жүйеде берілетін құрылымдалған деректер болып табылады. Егер PDH жүйесі SDH жүйесі арқылы жіберу қажет трафикті генерацияласа, онда PDH деректері алдымен контейнерлерге құрылымдалады, содан кейін контейнерге тақырып пен көрсеткіштер қосылады, нәтижесінде STM-1 синхронды транспорттық модулі қалыптасады. Желі бойынша STM-1 контейнерлері әртүрлі деңгейдегі SDH жүйесінде (STM-n) беріледі, бірақ барлық жағдайларда таратылған STM-1 тек басқа транспорт модулімен ғана жиналуы мүмкін, яғни көлік модульдерін мультиплексирлеу орын алады.

Плезиохронды цифрлық иерархия — PDH, Plesiochronous Digital Hierarchy)-импульстік-кодтық модуляция (ИКМ) көмегімен арнаны уақытша бөлуге және сигналды ұсыну технологиясына негізделген деректер мен дауысты берудің сандық әдісі.

PDH технологиясында кіріс ретінде негізгі Сандық арна сигналы қолданылады, ал шығу кезінде N × 64 кбит/с жылдамдығымен деректер ағыны қалыптасады.пайдалы жүктемені көтеретін ОЦК тобына синхрондау және фазалау, қателерді бақылау (CRC) процедураларын жүзеге асыру үшін қажетті қызметтік бит топтары қосылады, нәтижесінде топ цикл формасын алады.

80 жылдардың басында осындай 3 жүйе (Еуропада, Солтүстік Америкада және Жапонияда) жасалды. Бірдей принциптерге қарамастан, жүйелерде иерархияның әртүрлі деңгейлерінде мультиплексирлеудің әртүрлі коэффициенттері қолданылды. Осы интерфейстер мен мультиплексирлеу деңгейлерінің түйіспелерін сипаттау G. 703 ұсынымымен берілген.

Таблица 7.1 – Уровни мультиплексирования

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Уровень цифровой иерархии | Американский стандарт (Tx) | | | Японский стандарт (DSx) Jx | | | Европейский стандарт (Ex) | | |
| Обозначения | Скорости передачи, кбит/с | Количество каналов по 64 кбит/с | Обозначения | Скорости передачи, кбит/с | Количество каналов по 64 кбит/с | Обозначения | Скорости передачи, кбит/с | Количество каналов по 64 кбит/с |
| 1, первичный | T1 | 1544 | 24 | DS1, J1 | 1544 | 24 | E1 | 2048 | 30 |
| 2, вторичный | T2 | 6312 | 96 | DS2, J2 | 6312 | 96 | E2 | 8448 | 120 |
| 3, третичный | T3 | 44736 | 672 | DS3, J3 | 32064 | 480 | E3 | 34368 | 480 |
| 4, четвертичный | T4 | 274176 | 4032 | DS4, J4 | 97728 | 1440 | E4 | 139264 | 1920 |

11. Радиорелейлі желідегі сандық сигналдардың модуляция әдістерін сипаттаңыз (СРРЖ)

Сандық жүйелерде басқару тербелісінің дискретті өзгерісі кезінде көтерушінің модуляцияланатын параметрлері секірумен өзгереді. Бұл жағдайда "модуляция" терминінің орнына "манипуляция" термині қолданылады, ал тербелістің өзі манипуляцияланған деп аталады.

Амплитудалық-манипуляцияланған сигнал тік бұрышты радиоимпульсn3 тізбегінің түрі 1-суретте берілген.

а) Амплидулық модуляцияланған б) Фазалық модуляцияланған сигнал

1-сурет. Уақыттық және спектралдық сипаттамалары

Ең қарапайым екілік ФМн (PSK-Phase Shift Keying) болып табылады, бұл кезде салмақ түсетін тербеліс фазасының өзгеруі 0 немесе 180o-ға бастапқы сигналдың белгілі бір сәттерінде секіру болады; бұл ретте оның амплитудасы мен тасымалдаушы жиілігі өзгеріссіз қалады. Уақыт диаграммалары 1 суретте көрсетілген.

Жиілік манипуляциясын екі түріни ажыратады: фазаның үзілуімен және фазаның үзілуінсіз. Фазаның үзілуімен ТЖМ сигналының жалпы түрін әр түрлі салмақ түсетін жиіліктері бар екі http://sernam.ru/htm/book_tec/tec_33.files/image003.gif және http://sernam.ru/htm/book_tec/tec_33.files/image004.gif АМн сигнал сомасы түрінде ұсынуға болады. Техникалық осындай манипуляцияның түрі Ақпараттық сигналдың әсерінен кілтпен басқарылатын екі генератордың көмегімен іске асырылады. Фазаның үзілуімен ЖМн сигналын қалыптастыру 2 (б) суретте көрсетілген.

а)  б

Сурет.2сигналдарды қалыптастырудың уақыттық және спектралдық сипаттамалары:

а) фазаның үзілуінсіз; Б) фазаның үзілуімен

Төртбұрышты амплитудалық манипуляция (КАМ, ағылш. Quadrature amplitude modulation (QAM)) — сигнал фазасы мен амплитудасы өзгеретін манипуляция, бұл сигналдың бір күйімен (есептеумен) берілетін ақпараттың санын арттыруға мүмкіндік береді.

Бір жиіліктегі квадратуралық тербелістердің М-деңгейлес баланстық амплитудалық манипуляциясы және алынған АМ радиосигналдарды қосу жолымен жүзеге асырылуы мүмкін. Ең көп таралған 16-деңгейлік ТАМ. ТАМ-16 ықтимал нұсқалары 3-суретте келтірілген. 3-суретте ТАМ-16 радиосигнал амплитудасының ықтимал мәндерінің саны 3-ке тең, ал 12-фазасы көрінеді. ТАМ жиілік жолағын барынша тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

[](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:16QAM_Gray_Coded.svg)

Сурет 3-16 позициялық ТАМ сигнал шоғыры

12. Радиорелейлі желідегі сандық сигналдарды кодтау мен өңдеу туралы жазыңыз

Сандық сигналдар иерархиясы. Синхронды сандық Иерархия (СЦИ: ағылш. SDH-Synchronous Digital Hierarchy) - бұл көліктік телекоммуникациялық желілер технологиясы.ССИ стандарттары фреймдердің (циклдардың) құрылымын, мультиплексирлеу әдісін, цифрлық жылдамдықтар иерархиясын және интерфейстердің кодтық үлгілерін қоса алғанда, цифрлық сигналдардың сипаттамаларын анықтайды.

Интерфейстерді стандарттау әр түрлі өндірушілерден түрлі жабдықтарды қосу мүмкіндігін анықтайды. SDH жүйесі сандық жылдамдық деңгейіндегі стандарттарды, фрейм құрылымын, мультиплексирлеу әдісін, желілік интерфейстерді, мониторинг пен басқаруды қоса алғанда желілік тораптық интерфейстерге арналған әмбебап стандарттарды қамтамасыз етеді. Сондықтан әртүрлі өндірушілердің SDH жабдығы бір желіге оңай қосылуы және орнатылуы мүмкін, бұл жүйелік үйлесімділікті жақсы көрсетеді.

SDH жүйесі ақпараттық құрылымдардың стандартты деңгейлерін, яғни стандартты жылдамдықтар жиынтығын қамтамасыз етеді. Жоғары деңгейдегі цифрлық жылдамдық STM-1 ағын жылдамдығын тиісінше 4, 16, 64 және т.б. көбейту арқылы анықталады: 622 Мбит/с (STM-4), 2,5 Гбит/с (STM-16), 10 Гбит/с (STM-64) және 40 Гбит/с (STM-256).

Желілік (оптикалық) интерфейстер әмбебап стандарттарды пайдалана отырып жұмыс істейді. Желілік сигнал тек скремблирленеді (scrambled (ағылш .))- шифрланған, артық код жоқ. Скремблирлеу стандарты-әмбебап. Сондықтан да қабылдауда да, таратуда да стандартты скремблер мен дескремблер қолданылуы тиіс. Скремблирлеудің мақсаты-сызықты сигналдан синхросигналды алуды жеңілдету үшін 50% - ға жақын "1" бит және "0" биттің пайда болу ықтималдығын жасау. Желілік сигнал тек қана скремблирленетіндіктен, SDH сигналының сызықтық жылдамдығы SDH электр интерфейсіндегі сигналдың стандартты жылдамдығына сәйкес келеді. Осылайша, таратушы лазерлермен оптикалық қуатты тұтыну өзгеріссіз қалады, алайда олардың жылу бөлінуі төмендейді (себебі "1" қатарынан көп мөлшерде жүру мүмкіндігі алынып тасталады), бұл олардың ресурсын арттырады. Күшейткіштің Автоматты ілмектерінің "1" ("0") ұзақ бірізділігінің скремблирленуі қолданылатын тағы бір себебі кіріс сигналының деңгейін арттыру (азайту) ретінде қабылданады, бұл күшейткіштің дұрыс реттелмеуіне әкелуі мүмкін.

SDH жүйесіндегі барлық ақпарат контейнерлерде беріледі. Контейнер жүйеде берілетін құрылымдалған деректер болып табылады. Егер PDH жүйесі SDH жүйесі арқылы жіберу қажет трафикті генерацияласа, онда PDH деректері алдымен контейнерлерге құрылымдалады, содан кейін контейнерге тақырып пен көрсеткіштер қосылады, нәтижесінде STM-1 синхронды транспорттық модулі қалыптасады. Желі бойынша STM-1 контейнерлері әртүрлі деңгейдегі SDH жүйесінде (STM-n) беріледі, бірақ барлық жағдайларда таратылған STM-1 тек басқа транспорт модулімен ғана жиналуы мүмкін, яғни көлік модульдерін мультиплексирлеу орын алады.

Плезиохронды цифрлық иерархия — PDH, Plesiochronous Digital Hierarchy)-импульстік-кодтық модуляция (ИКМ) көмегімен арнаны уақытша бөлуге және сигналды ұсыну технологиясына негізделген деректер мен дауысты берудің сандық әдісі.

PDH технологиясында кіріс ретінде негізгі Сандық арна сигналы қолданылады, ал шығу кезінде N × 64 кбит/с жылдамдығымен деректер ағыны қалыптасады.пайдалы жүктемені көтеретін ОЦК тобына синхрондау және фазалау, қателерді бақылау (CRC) процедураларын жүзеге асыру үшін қажетті қызметтік бит топтары қосылады, нәтижесінде топ цикл формасын алады.

80 жылдардың басында осындай 3 жүйе (Еуропада, Солтүстік Америкада және Жапонияда) жасалды. Бірдей принциптерге қарамастан, жүйелерде иерархияның әртүрлі деңгейлерінде мультиплексирлеудің әртүрлі коэффициенттері қолданылды. Осы интерфейстер мен мультиплексирлеу деңгейлерінің түйіспелерін сипаттау G. 703 ұсынымымен берілген.

Таблица 7.1 – Уровни мультиплексирования

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Уровень цифровой иерархии | Американский стандарт (Tx) | | | Японский стандарт (DSx) Jx | | | Европейский стандарт (Ex) | | |
| Обозначения | Скорости передачи, кбит/с | Количество каналов по 64 кбит/с | Обозначения | Скорости передачи, кбит/с | Количество каналов по 64 кбит/с | Обозначения | Скорости передачи, кбит/с | Количество каналов по 64 кбит/с |
| 1, первичный | T1 | 1544 | 24 | DS1, J1 | 1544 | 24 | E1 | 2048 | 30 |
| 2, вторичный | T2 | 6312 | 96 | DS2, J2 | 6312 | 96 | E2 | 8448 | 120 |
| 3, третичный | T3 | 44736 | 672 | DS3, J3 | 32064 | 480 | E3 | 34368 | 480 |
| 4, четвертичный | T4 | 274176 | 4032 | DS4, J4 | 97728 | 1440 | E4 | 139264 | 1920 |

13. Спутниктік байланыс жүйесін сипаттаңыз

Жерсеріктік байланыс және хабар тарату жүйесін ұйымдастыру принципі өте қарапайым: зымыран-тасығыштың көмегімен берілген орбитаға Жердің айналасында жасанды спутник (ЖҚС) іске қосылады, оның бортында қабылдау-тарату құрылғысы (радиоретранслятор) орналастырылады, жерде параболикалық антенналары бар және ЖҚС антеннасына тұрақты орнатуға арналған құрылғылары бар жер станциялары (ЖҚ) орнатылады. Жер станциясынан жіберілетін тіркелген жиіліктердегі сигналдар ЖЖС радиоретрансляторымен қабылданады және күшейтіледі және басқа жиіліктерге түрлендірілгеннен кейін антенна ЖЖС - ға олар қабылданатын, күшейтілетін және хабар бөлінгенге дейін түрлендірілетін жер станцияларына-корреспонденттер жағына шығарылады. Оңайлатылған жер серіктік байланыс желісі-суретте бейнеленген 8.1.



14. Спутниктік байланысты құрудың негізгі принциптерін жазыңыз

Спутниктік байланыс жүйесінің негізгі құраушылары:

- жерсеріктік байланыс жүйесінің ғарыш сегменті спутниктерден және жер үсті жабдықтарынан тұрады, ол спутниктерді бақылау, телеметрия және телекоманданы (ТТС) беру және материалдық-техникалық жабдықтау жөніндегі функцияларды орындауды қамтамасыз етеді.

- жер сегменті. "Жер сегменті" термині жерсерікке және одан берілетін және жер үсті желілерімен түйіскен байланыс трафигі сигналдарының кез келген түрлерін беру және қабылдау үшін пайдаланылатын жер станциялары құратын спутниктік байланыс жүйесінің бір бөлігін білдіреді.

Cпутниктік желілерде көбінесе – абоненттік сегментке, құрылатын аппаратурамен арналған тікелей белгілерін қабылдау СС тұтынушылар берілетін ақпаратқа бөлінеді.

СЖ жүйелерінің конфигурациясы Жердің жасанды серігінің түріне, байланыс түріне және жер станцияларының параметрлеріне байланысты. СЖ жүйесін құру үшін орбитаның орналасқан биіктіктігіне байланысты. Ал жоғары эллиптикалық орбита( ВЭО), геостационарлық орбита (ГСО) және төменгі биіктік орбиталар (НВО), орташа биіктік орбиталар (СДО) 8.1 суретте көрсетілген. БҚЖ-ның әрбір түрі өзінің артықшылықтары мен кемшіліктеріне ие.

Жердің жасанды серігінің қозғалыс траекториясы орбита деп аталады. Жер серігін орбитаға шығарғаннан кейін ракеталық қозғалтқыштар ажыратылады, және жер серігі, барлық аспан денесі сияқты, инерция бойынша және гравитациялық күштердің әсер ету кезінде қозғалады, олардың басты бөлігі - жердің тартылуы. Бұл фактормен АЖЗ траекториясының нысаны анықталады, байланыс жүйелерінде 8.1 а-сурет және 8.1 Б-сурет эллиптикалық орбиталар қолданылады. Алыс ғарышты зерттеу үшін параболалық және гиперболалық орбиталар қолданылуы мүмкін.

Жерсерік орбитасының маңызды сипаттамасы - осы жазықтықтар арасындағы i бұрышпен сипатталатын, оның жазықтығының жер экваторының жазықтығына еңістігі. Еңіс бойынша экваторлық (i = 0), полярлық (i = 90°), көлбеу (0 < i < 90°, 90° < i < 180°) орбиталар ажыратылады.

Сурет 8.1-ЖҚЖ орбитасының түрлері

а) айналмалы төмен( LEO), орта биіктікті (MEO), геостационарлық (GEO);

б) жоғарыэллиптикалық орбита

Орбитаның маңызды параметрі – орбиатаның бір нүктеде екі тізбектей айналымына кететін Т айналу периоды.

15. Спутниктік байланыс жүйесіндегі орбитаның параметрлерін сипаттаңыз

16. Спутниктік байланыс жүйесіндегі орбиталардың түрлерін сипаттаңыз

Төменгі орбиталық жүйелер (LEO - Low Earth Orbit) - биіктігі 700 - 2 000 км айналма орбиталармен. Төмен орбитада орналасқан Спутник жер бетінің белгілі бір нүктесінен тікелей көру аймағында 8-12 мин. ішінде ғана болады. . Сондықтан үздіксіз байланысты қамтамасыз ету үшін көптеген жерсеріктер (салмағы 500 кг-ға дейінгі бірнеше ондаған жерсеріктер) қажет, олар түйісу немесе жоларалық байланыс станцияларының көмегімен өзара іс-қимыл жасайды. Мұндай жүйелерде жердің үлкен аумағын байланыспен қамту үшін түрлі жазықтықтарда жатқан орбиталар қолданылады. Жүйе мысалдары: Globalstar, Iridium, Teledesic, "Сигнал", "Гонец".

Орташа орбиталық (MEO - Medium Earth Orbit) - биіктігі шеңберлі орбиталармен 5 000 - 15 000 мұндай орбитада бір жерсерік-ретранслятордың көру уақыты бірнеше сағатты құрауы мүмкін, сондықтан орташа орбиталық топтауда массасы 1 000 кг дейінгі 9-12 жерсерік жеткілікті. МЕО-жүйелердің мысалдары: Odyssey, ISO.

Геостационарлық (GEO - Geostationary Earth Orbit) - биіктігі 35 875 км шеңберлі экваторлық орбиталармен. Бұл ретте жер айналасындағы спутниктің айналым кезеңі 24 сағатты құрайды. Яғни, спутник әрдайым жердің белгілі бір нүктесінен жоғары. Мұндай жүйелердің артықшылығы бүкіл жер бетін спутниктердің аз санымен (үшден) жабу мүмкіндігі болып табылады. Негізгі кемшіліктері-радиосигналдың таралуының үлкен ұзақтығы( радиосигналдардың кідірісі, эхо), сигналдың үлкен өшуі, полярлық облыстарға қызмет көрсету мүмкін емес. Мұндай жүйелердің мысалдары: "Ямал" (сандық теледидар үшін), сондай-ақ Inmarsat, Intelsat жүйесінің геостационарлық тобы болып табылады.

Жоғарыоэллиптикалық (HEO - Highly Elliptical Orbit) - 500 километрге жуық перигей радиусы және 40 000 км-ге жуық апогей радиусы бар созылған эллиптикалық орбиталармен. НЭО бар ИСЗ мысалында 12 сағат айналыс кезеңімен, 63° көлбеу, Солтүстік жарты шардан жоғары апогея биіктігі 40 мың км, перигея-500 км. Апогея аймағындағы АЖЗ қозғалысы баяулайды, бұл ретте радиобейнестіктің ұзақтығы 6...8 сағатты құрайды. Артықшылығы осы үлгідегі ЖЖС болып табылады үлкен мөлшері және қызмет аймағының қамту высокоширотных абоненттер. Кемшілігі ЖЭҚ қажеттілігі болып табылады бақылау антенналар үшін баяу дрейфующим жерсерігін және олардың переориентирования бастап келе жатқан спутниктің жетіп артылады, сонымен қатар жеткілікті қатты көрінеді жарықтың жұтылуы.

Қамту аумағы, ЗС орналасуы мен керек-жарақтары, ССС басқару құрылымы бойынша:

- - құрамына әртүрлі елдердің станциялары кіретін халықаралық; мұндай жүйелер жаһандық (жердің бүкіл бетін қамту) немесе өңірлік болуы мүмкін.

Халықаралық жаһандық жүйенің үлгісі "Интерспутник"болып табылады. Халықаралық аймақтық жүйеге Eutelsat (Еуропа және Солтүстік Африка), Arabsat (Араб елдері) және басқалар жатады;

- ұлттық, Бір ел шегінде орналасқан. Оның ішінде елдің аймақтарының (аудандарының) бірінің шегінде орналасқан аймақтық жүйелер және БҚ бір ведомствоға (ұйымға) тиесілі ведомстволық (фирмалық) жүйелер бар және тек іскерлік ақпарат пен деректерді ведомство мүддесінде (Ресей Банкінің "Банкир"спутниктік байланысының бөлінген желісі) береді.

Жер станцияларының түріне және жүйенің мақсатына байланысты радиобайланыс регламентіне сәйкес келесі байланыс қызметтері бөлінеді:

-тіркелген жерсеріктік қызмет (ФСС) - бұл бір немесе бірнеше жерсерікті пайдаланатын жер станциялары арасындағы радиобайланыс қызметі. Жер бетіндегі тіркелген нүктелерде орналасқан бұл СҚ станциялары жер станциялары деп аталады. Тіркелген жерсеріктік қызметке сондай-ақ, басқа ғарыштық радиобайланыс қызметтері үшін, мысалы, жерсеріктік немесе жерсеріктік жылжымалы радиохабар қызметтері үшін фидер желілері (ғарыш станциясына бағдарламалар беру желілері) жатады.

СҚҚ байланыс желілері арқылы берілетін негізгі сигналдар телефония, деректер, телеграфия, факсимиль, телевизиялық және дыбыстық бағдарламалар сигналдары болып табылады.

Бастапқыда олар ұзындықтағы магистральдарды және аймақтық (Аймақтық) байланысты ұйымдастыру үшін ғана таралды.

Тіркелген байланыстың ең маңызды коммерциялық жүйелеріне Intelsat, Intersputnik, Eutelsat, Arabsat және AsiaSat жатады;

-жылжымалы жерсеріктік қызмет (ІҚЖ) — бір немесе бірнеше ғарыш станцияларының қатысуымен жылжымалы СҚ арасында (немесе жылжымалы және тіркелген СҚ арасында) (жылжымалы СҚ орнату орнына байланысты құрлықтағы, теңіздегі, әуедегі жылжымалы жерсеріктік қызметтерді ажыратады).

ІАҚ ішкі жүйелері, негізінен, үлкен орталық және базалық станциялары бар радиалды немесе радиалды-тораптық құрылымы бар желілер үшін құрылды, олар жылжымалы жерүсті станцияларымен жұмыс істеуді қамтамасыз етеді. Әдетте мұндай желілер алыс және жылжымалы объектілермен байланыстың ведомстволық және корпоративтік желілерін құруға, мемлекеттік құрылымдарда, апат аудандарында және төтенше жағдайлар кезінде байланысты ұйымдастыруға арналған.

Қазіргі уақытта радиотелефондық байланыс желісінде (Inmarsat-A, -B и-M, AMSC, MSAT, Optus, AceS) берілетін ақпараттың түрлері бойынша ПСС жүйелерін және деректерді беру жүйесін (Inmarsat-C, Omnitracs, Euteltracs, Prodat) бөлу ішінара сақталуда.

Барлық ПСС жүйелерінің ішінде ең қуатты орбиталық топ Inmarsat халықаралық жүйесіне жатады;

- радиохабар жерсеріктік қызмет — СБЖ) - ғарыш станцияларының сигналдары халықтың тікелей қабылдауына арналған радиобайланыс қызметі. Бұл ретте жеке, сондай — ақ ұжымдық қабылдау тікелей деп есептеледі; соңғы жағдайда хабар тарату бағдарламасы Жеке абоненттерге белгілі бір жер үсті тарату жүйесі — қуаты аз кәбілдік немесе эфирлік таратқыш арқылы жеткізіледі. "Радиохабар" термині телевизиялық және дыбыстық хабар таратуды біріктіреді. Осылайша анықталған жерсеріктік радиохабар қызметі жерсеріктік хабар тарату жүйесінің барлық түрлерін емес, тек абонент үшін жеткілікті сапасымен салыстырмалы қарапайым және қымбат емес қабылдау қондырғыларына қабылдауға арналған, бірақ жер бетіндегі хабар тарату станцияларына бағдарламаларды берудің магистральдық желілерінен талап етілгеннен гөрі жиі төмен болатындарды қамтиды.

Қазіргі уақытта телерадио хабарларын таратудың барлық жүйелері жерсеріктер базасында, геостационарлық орбитада салынып жатыр.

Жылжымалы объектілердің координаттарын және олардың навигациясын анықтау үшін пайдаланылатын спутниктік навигациялық жүйелер (ҰСЖ) бөлек қаралады.

8.2-кестеде байланыс және хабар тарату жерсеріктік жүйелерінде пайдаланылатын жиілік диапазондарының және осы жиіліктер қолданылатын қызметтердің халықаралық атаулары келтірілген.

8.2 - кесте-спутниктік байланысты ұйымдастыруға арналған жиілік диапазондары

**Таблица 8.2-** Диапазоны частот для организации спутниковой связи

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название диапазона | Частота, ГГц | Служба  Радиосвязи |
| L | 1,452-1,550 и 1,610-1,710 | ПСС, НСС |
| S | 1,93 - 2,70 | ПСС |
| C | 3,40 -5,25 и 5,725 - 7,075 | ФСС, РСС |
| X | 7,25 - 8,40 | Научные исследования |
| Ku | 10,70 - 12,75 и 12,75 - 14,80 | ФСС, РСС |
| Ka | 15,40 - 26,50 и 27,00 - 30,20 | ФСС, ПСС (многолучевые системы) |
| ENF | 40/50 | ПСС (перспектива) |

17. Ғарыштық станциялардың негізгі сипаттамаларын сипаттаңыз.

КЖ қолданылатын антенналардың түрі спутниктің орбитасына және оның тағайындалуына байланысты. Сонымен қатар, параболалық антенналар жиі қолданылады, себебі олар кең жолақты, GA күшейткішінің жоғары коэффициенті бар, әртүрлі ендегі бағыттылық диаграммасының негізгі жапырақшаларын қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Антенна диаметрі анықтайды мөлшері мен құны КС, сондықтан негізгі сипаттамаларының бірі болып табылады КС. Күшейту коэффициенті (6.5) формула бойынша есептеледі, ал антеннаның бағытталу диаграммасының ені мынадай формула бойынша анықталады:

0,5=600DА / құрылғы, градус,

мұндағы DА - антенна диаметрі, м;

- толқынның жұмыс ұзындығы, м 

Көп функциялы геостационарлық спутниктерде 4 түрлі антенналар қолданылады:

- жаһандық (бағыт диаграммасының ені 17° × 17°);

- жартылай айналма (8,7°× 8,7°);

- аймақтық (5°×5°; 5°11°; 3,5°×7°);

- тар бағытталған (1...2°).

КЖ антеннасының негізгі сәулесінің ені КЖ қызмет көрсету аймағын (жамылғысын) анықтайды.



Сурет 9.2-геостационарлық спутниктің көру аймағы және қызмет көрсету аймағы

Қабылдау және беру жиіліктерінің диапазондары әдетте қолданылатын жиілік ауқымына сәйкес белгіленеді. Мысалы, диапазоны-6/4 ГГц, Ки-14/11 ГГц, бұл ретте бірінші Сан ЗС-дан КС-ға дейінгі ("жоғары" сызығы) жолдағы сигнал жиілігін, ал екіншісі КС-дан СБ-ға дейінгі ("төмен"сызығы) жолдағы сигнал жиілігін білдіреді.

GA/T қабылдаудағы станцияның сенімділігі дБ / K өлшенеді, антеннаны күшейту борт қабылдағышының жиынтық шудың температурасына қатынасымен анықталады, келесі формула бойынша анықталады:

,

GA –қабылдағыш антеннаың күшейту коэффиценті,

TШ ПРМ – қабылдағыш трактінің эффектілік шуыл температурасы

Әдетте оның мәні -12 до +3 дБ/К

Борттық ретранслятордың маңызды сипаттамасы оқпандардың саны болып табылады ("ствол" терминінің орнына "транспондер"ағылшын терминін жиі қолданады).

Бұл сигналдар кейбір жалпы жиілік жолағында өтетін қабылдағыш-таратқыш жолды ретранслятор діңі деп атайды.

Әр түрлі АЖЗ оқпандар саны 6...48 шегінде ауытқиды.

Көп оқпанды КЖ пайдалану жерсеріктік жүйелер үшін жиіліктік жоспарларды қолдануды талап етеді. Жоғары жиілікті диапазондарда (С, Ки, Ka) бір оқпанды қабылдау және беру жиілігі арасындағы айырмашылық кемінде 2 ГГц, ал оқпан жиіліктері арасындағы тарату 50МГц құрайды.

Діңнің жиілік жолағының ені әртүрлі ( 36; 40; 72; 77; 112; 120 және т. б.).

Өткізу қабілеті-БР арқылы ұйымдастыруға болатын арналар саны немесе сигналдарды берудің максималды жылдамдығы оқпандар санына, сигналдарды модуляция әдісіне байланысты.

Тарату станциясының энергетикалық әлеуеті тиімді изотропты сәулелену қуатымен (ЭИИМ) бағаланады, ол таратқыштың қуаты, толқынды трактінің пәк және антеннаны күшейту коэффициентінің шығаруымен анықталады.

ЭИИМ=РПРД⋅GА⋅ηАВТ, Вт,

где: РПРД,–  таратқыштың максималды беру қуаты, Вт;

ηАВТ – антенно-волноводного трактінің пайдалы әрекет коэффиценті ;  
         GА  –жіберуге арналған антенна күшейткіші

Бұл КС 23-тен 45 дБВт-ға дейін, бірақ тікелей телевизиялық хабар таратудан 52.58 дБВт-ға жетеді. 20-35 дБВт-орташа орбитада ға арналған және төменгі орбитада ға арналған 5-25 дБВт.

Жер бетіндегі қуат ағынының тығыздығы құрылатын КС мынадай формула бойынша есептеледі:

W = ЭИИМ−LР+20\*lg f +21,5 , дБВт/м²

где f- частота, ГГц;

ЭИИМ – Эффективно-излучаемая мощность бортового ретранслятора, дБВт;

LР – ослабление сигнала на пути распространения, дБ.

КЖ қызмет ету мерзімі жоғарыда аталған маңызды сипаттама.

Ретрансляторлар түрлері

- мөлдір;

- регенеративті;

- аралас.

Мөлдір ретрансляторлар (bent pipe) бортта өңдеусіз кіріс сигналдарын қабылдауды және түрлендіруді қамтамасыз етеді. Жиілікті түрлендірудің екі түрі пайдаланылуы мүмкін:

- қабылдау жолағының жиілігін тарату жолағының жиілігіне тікелей түрлендіретін бірыңғай жүйе (тікелей түрлендіру);

- қабылданған сигналдардың жиілігі алдымен ішінара күшейту үшін аралық жиіліктерге түрлендіріледі, содан кейін қайтадан берілетін сигналдардың жиіліктеріне түрлендіріледі (аралық жиіліктегі түрлендіру). БР сұлбасы 9.3 суретте көрсетілген.

ав

Г1

ав

Г2

МШУ

УПЧ

fПРМ

fПЧ

fПЧ

fПРД

УМ

егер бұл сигналдар бортта өңделетін ретрансляторлар ретінде анықталады (On Board Processing). Олардың жұмысы сигналдарды бір жиілікте қабылдауға, оларды демодуляциялауға және жаңа тасымалдаушыға қайта модуляциялауға негізделген. Мұндай ретрансляторларды пайдалану арналарды қалыптастырудың үлкен икемділігін және терминалдарды әртүрлі хаттамаларды қолдана отырып жедел біріктіруді қамтамасыз ете отырып, терминалдардың көп санына бір мезгілде қызмет көрсетуге мүмкіндік береді.

Аралас ретрансляторларда өңдеу орындалуы мүмкін

тек белгілі бір сигналдар (барлық арналардың кейбір бөліктері), мысалы, берілген тасымалдау жиілігіне сәйкес.

Қазіргі заманғы борттық ретрансляторлардың көпшілігі өз құрамында коммутациялық саты бар, бұл жерде абоненттік жабдықты айтарлықтай жеңілдетуге мүмкіндік береді.

9.4-суретте көп бағаналы борттық ретранслятордың құрылымдық сұлбасы бейнеленген

1 кіріс құрылғысы (аз шулы күшейткіш); 2 жиілік түрлендіргіші; 3 күшейткіш; 4 коммутациялық құрылғы; 5 жиілікті жоғарылататын түрлендіргіш; 6 қуат күшейткіші.



9.4 сурет-борттық ретранслятордың оңайлатылған құрылымдық сұлбасы

Тарату жолының негізгі функционалдық бөлігі-таратқыштың қуатын күшейткіш. Борттық кешендерде осындай құрылғылардың түрлі түрлері қолданылады. Байланыс жүйесінде геостационарлық КС таратқыштарға арналған күшейткіштердің негізгі түрі жүгіретін толқын шамының (ЛБВ) негізіндегі күшейткіштер олардың ПӘК-і 40% - дан асады .

Орташа жоғары және төмен орбитада ға бар жүйелерде әдетте L-жиілік диапазоны үшін 60 Вт - қа дейінгі, С-диапазоны үшін 20 Вт-қа дейінгі және Ku-диапазоны үшін 5-10 Вт-қа дейінгі қуатпен жартылай өткізгіштік күшейткіштер пайдаланылады.

ЛБВ күшейткіштерінен айырмашылығы, бұл аппаратура қоректендірудің неғұрлым төмен кернеуінде жұмыс істейді, неғұрлым ықшам және сенімді.

Борттық қабылдағыштардың кіріс каскадтарында қазіргі уақытта далалық транзисторларда аз шуылдайтын күшейткіштер (МШУ) жиі қолданылады. Мұндай қабылдағыштың шуының коэффициенті 1,5-4 ГГц жиіліктер диапазонында 3 дБ-ден кем және 11-14 ГГц диапазоны үшін 4,5 дБ-ден көп емес.

Кең жолақты қабылдағыштардың кіші жүйесі. Бұл кіші жүйе сигналдарды күшейтудің бірінші сатысын және жиілікті бір түрлендірумен жүйе жағдайында тарату жиіліктерінің жолағына қабылдау жиіліктерінің жолағынан ауысуын қамтамасыз етеді.

2.6 сурет-оптикалық кабельдің негізгі сипаттамалары: - оптикалық кабельдің негізгі сипаттамалары; - оптикалық кабельдің негізгі сипаттамалары; - оптикалық кабельдің негізгі сипаттамалары; - оптикалық кабельдің негізгі сипаттамалары; - оптикалық кабельдің негізгі сипаттамалары; - оптикалық кабельдің негізгі сипаттамалары. Әдетте, қабылдағыштың күшейту коэффициенті шамамен 50-60 дБ құрайды.

18. Ғарыш және жер станцияларының құрылымын түсіндіріңіз және сипаттаңыз

Ғарыштық платформа пайдалы жүктеме (борттық ретрансляциялық кешен) орналастырылатын ға базалық бөлігі, оның белсенді өмір сүруінің бүкіл мерзімі ішінде орбиталық ұшу кезінде ға қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз ететін электр қоректендірудің кіші жүйесі және борттық басқару кешені болып табылады.

Борттық басқару кешені бірнеше кіші жүйелерден тұрады. Олардың бірі спутниктің кеңістіктегі жағдайының дұрыс бағдарын және тұрақтануын қамтамасыз етеді. Күн батареялары мен радиолиниялардың тиімді жұмыс режимі күн батареялары панелінің бағытталуына (олар әрдайым күнге бағытталуы тиіс) және антенна жүйелеріне (әрқашан жерге бағытталуы тиіс) байланысты екені белгілі.

Сонымен қатар борттық басқару кешені телеметрия жүйесін қамтиды. Телеметрия және телебасқару жүйесі КЖ барлық жүйелерінің жұмыс режимдерін бақылау мен басқаруға және осы ақпаратты ЗС-ға беруге арналған. Ақпаратты беру жылдамдығы бойынша командалық және телеметриялық радиолиниям әдетте құрайды бірнеше жүздеген битке дейін 100 кбит/с.

Маңызды функциялар берілген шектерде пайдалы жүктемені (спутниктің аппаратурасын) жылу режимін ұстап тұруды қамтамасыз ететін термореттеу кіші жүйесін орындайды. Борт аппаратурасы температурасының қалыпты жұмыс диапазоны-200-ден +500С-қа дейін құрайды.

Платформаның негізгі сипаттамалары-оның салмағы мен өлшемдері, электр қоректендірудің борттық жүйесінің қуаты және белсенді өмір сүру мерзімі.

Кез келген спутниктің бортында оператор командасы бойынша жерден оның орбитадағы жағдайын тұрақтандыратын қозғалтқыш қондырғылары бар. Жерсерікті пайдалану мерзімі негізінен аккумулятор батареяларының қызмет ету мерзімімен және ол өзімен бірге бортқа ала алатын түзету қозғалтқыштарына арналған жанармай санымен шектеледі.

Спутниктің түріне байланысты оның өмір сүру мерзімі 7-ден 12-ге дейін...15 жыл. Осы кезең өткеннен кейін жанғыш қалдықтарда жерден команда бойынша спутник мұхитқа лақтырылады.

Ғарыш аппараты орбитаға шығаратын ретрансляциялық жабдық кешені пайдалы жүктеме немесе борттық ретранслятор деп аталады.

Борттық ретрансляциялық кешеннің (БРТК) құрылымы оның тағайындалуымен немесе аумақтарды қамту ауқымымен, КЖ бортындағы ақпаратты өңдеу әдісімен, ретрансляцияланатын арналардың санымен, ақпарат алмасу жылдамдығымен, сондай-ақ таңдалған техникалық шешімдермен және пайдаланылатын

Сонымен қатар, байланыс жүйесінің функционалды сұлбасы, оның үш құраушы сегменті көрсетілген. Жер үсті сегментінің құрамына шлюздік жер станциялары, байланыс желісін бақылау және басқару станциялары кіреді.



10.1 сурет-спутниктік байланыс жүйесінің құрамы

Жер станциясы (ЗС) жерсерік арқылы байланыс желісінің соңғы таратқыш және қабылдағыш буыны болып табылады. Жалпы жобалау ЗС 10.2 суретте бейнеленген. Станция келесі негізгі кіші жүйелерден тұрады:

антенна жүйесі;

қабылдағыштың аз шу күшейткіштері;

таратқыштың қуат күшейткіштері;

байланыс жабдықтары  жиілік түрлендіргіштер және модемдер);

тығыздау/тығыздау аппаратурасы;

жерүсті байланыс желісімен қосылуға арналған аппаратура;

қосалқы жабдық (басқару және бақылау аппаратурасы, өлшеу жабдығы, қызметтік арна аппаратурасы  );

электрмен қоректендіру аппаратурасы (резервтеу мүмкіндігімен қоректендірудің желілік көзі және үздіксіз қоректендірудің көздері);

жалпы мақсаттағы Инфрақұрылым(барлық Үй-жайлар, ғимараттар мен құрылыстар) 

шлюзді станциялардың қызметі қабылдау-тарату болып табылады.

ЗС антенналық жүйесі. Антеннаның диаметрі шамамен 33 м-ден 3 м-ге дейін және одан аз болуы мүмкін. Жер станцияларының антенналары қабылдау және беру үшін бір мезгілде пайдаланылады және мынадай сипаттамаларға ие болуы тиіс:

- тарату және қабылдау үшін жоғары күшейтумен, ол үшін рефлекторлар толқын ұзындығымен салыстырғанда үлкен болуы және жоғары тиімділігі болуы тиіс;

- туындайтын кедергілердің төмен деңгейі (беруге) және кедергілерге (қабылдау үшін) төмен сезімталдығы, соның салдарынан антеннаның сәулелену диаграммасы басты сәуледен тыс төмен деңгейі (шағын бүйір жапырақтары) болуы тиіс.);

- - жоғары поляризациялық сәулелену жиілігі;

- - жердің сәулеленуінен және әртүрлі жоғалтулардан туындаған жылу шуына қабылдау жолының төмен сезімталдығы.

Антенна сәулесі кез келген сыртқы жағдайларда және спутниктің қалдықты орын ауыстыруына қарамастан жерсерікке бағыттауды сақтауы тиіс: (ИНТЕЛСАТ жүйесінің а стандартының антеннасы жағдайында диаметрі 30 м бұрыштық дәлдік 0,015°шамасында болуы тиіс). Сондықтан да геостационарлық КЖ жұмыс істейтін жүйелерде де антеннаның жетек механизмдерін басқаратын автоматты бақылау құрылғысы қажет.

Қатты күшейткіштер. Қабылдау үшін өте әлсіз дабылдарды спутникті антенна жер станциясының тиіс қосылған қабылдағышқа максимал аса шағын меншікті жылу шумами. Осылайша, аз шулы күшейткіш әрдайым жерсеріктік байланыс станциясының қабылдау трактілерінің АЖЖ алдын ала күшейткіші болып табылады. Ол толқынжолда жоғалтудан қосымша шуды болдырмау үшін антенналық фидердің диплексорына мүмкіндігінше жақын орналасуы тиіс. Бір уақытта бір күшейткіш антенналық диплексордың қабылдау портынан түсетін барлық көтергіштерді күшейтеді. Әдетте резервтік күшейткіш (1+1 резервтеу) орнатылады. Галлий арсенидінің (GaAs) негізіндегі далалық әсері бар транзисторлар саласындағы соңғы жетістіктер анағұрлым қарапайым және арзан транзисторлық күшейткіштерді құруға алып келді. С-және Ku-диапазондарында жұмыс істейтін қазіргі заманғы КШМ (жиілік жолағының ені 500 МГц-тен 1 ГГц-ке дейін), эквивалентті Шу температурасы 50-150 К, күшейту коэффициенті 30-40 дБ құрайды.

Таратқыштың маңызды элементі-күшейткіш. Таратқыштың шығысындағы қажетті қуат шамасының тәртібі телефон арнасы үшін 1 Вт немесе одан кем және теледидар тасушы үшін 1 кВт құрайды. Қуат күшейткішінің шығуында (қажет болған жағдайда 0,5-3 кВт дейін күшейту) клистрондар немесе жүгіруші толқын шамдары (ЛБВ) қолданылады. Негізгі қадір-қасиетіне клистронов - жоғары тұрақтылығы және төмен шу деңгейі, уақыт ЛБВ қамтамасыз етеді үлкен (олармен салыстырғанда) өткізу жолағының. Қуаты 0,5-1 кВт күшейткіштерде әдетте ЛБВ, ал неғұрлым қуатты (1-3 кВт) клистрондар қолданылады.

Соңғы жабдықтың құрамы жер станциясының мақсатына және берілетін ақпараттың түріне байланысты. Телефон байланысы жүйелерінде модемдер, кодер және декодерлер, коммутаторлар және АТС кіреді.



Сурет 10.3-типтік жер станциясының құрылымдық сұлбасы

Жалғау желілерінің аппаратурасы жер станцияларының жердегі байланыс желілерімен және пайдаланушылардың аппаратурасымен түйісуі үшін арналған.

19. Жер үсті сегментінің құрамы мен мақсатын сипаттаңыз

20. Жер станциясының құрылымдық схемасын сипаттаңыз

10.1-суретте бейнеленген функционалдық блок схемасы спутниктік байланыс жүйесін, бөлінген үш құрамдас оның сегменті Жер үсті сегментінің құрамына шлюздік жер станциялары, байланыс желісін бақылау және басқару станциялары кіреді.



10.1 сурет-спутниктік байланыс жүйесінің құрамы

Жер станциясы (ЗС) жерсерік арқылы байланыс желісінің соңғы таратқыш және қабылдағыш буыны болып табылады. Жалпы жобалау ЗС 10.2 суретте бейнеленген. Станция келесі негізгі кіші жүйелерден тұрады:

антенна жүйесі;

қабылдағыштың аз шу күшейткіштері;

таратқыштың қуат күшейткіштері;

байланыс жабдықтары  жиілік түрлендіргіштер және модемдер);

тығыздау/тығыздау аппаратурасы;

жерүсті байланыс желісімен қосылуға арналған аппаратура;

қосалқы жабдық (басқару және бақылау аппаратурасы, өлшеу жабдығы, қызметтік арна аппаратурасы  );

электрмен қоректендіру аппаратурасы (резервтеу мүмкіндігімен қоректендірудің желілік көзі және үздіксіз қоректендірудің көздері);

жалпы мақсаттағы Инфрақұрылым(барлық Үй-жайлар, ғимараттар мен құрылыстар) 



10.2 Шлюздік жер станциясы

шлюзді станциялардың қызметі қабылдау-тарату болып табылады.

ЗС антенналық жүйесі. Антеннаның диаметрі шамамен 33 м-ден 3 м-ге дейін және одан аз болуы мүмкін. Жер станцияларының антенналары қабылдау және беру үшін бір мезгілде пайдаланылады және мынадай сипаттамаларға ие болуы тиіс:

- тарату және қабылдау үшін жоғары күшейтумен, ол үшін рефлекторлар толқын ұзындығымен салыстырғанда үлкен болуы және жоғары тиімділігі болуы тиіс;

- туындайтын кедергілердің төмен деңгейі (беруге) және кедергілерге (қабылдау үшін) төмен сезімталдығы, соның салдарынан антеннаның сәулелену диаграммасы басты сәуледен тыс төмен деңгейі (шағын бүйір жапырақтары) болуы тиіс.);

- - жоғары поляризациялық сәулелену жиілігі;

- - жердің сәулеленуінен және әртүрлі жоғалтулардан туындаған жылу шуына қабылдау жолының төмен сезімталдығы.

Антенна сәулесі кез келген сыртқы жағдайларда және спутниктің қалдықты орын ауыстыруына қарамастан жерсерікке бағыттауды сақтауы тиіс: (ИНТЕЛСАТ жүйесінің а стандартының антеннасы жағдайында диаметрі 30 м бұрыштық дәлдік 0,015°шамасында болуы тиіс). Сондықтан да геостационарлық КЖ жұмыс істейтін жүйелерде де антеннаның жетек механизмдерін басқаратын автоматты бақылау құрылғысы қажет.

Қатты күшейткіштер. Қабылдау үшін өте әлсіз дабылдарды спутникті антенна жер станциясының тиіс қосылған қабылдағышқа максимал аса шағын меншікті жылу шумами. Осылайша, аз шулы күшейткіш әрдайым жерсеріктік байланыс станциясының қабылдау трактілерінің АЖЖ алдын ала күшейткіші болып табылады. Ол толқынжолда жоғалтудан қосымша шуды болдырмау үшін антенналық фидердің диплексорына мүмкіндігінше жақын орналасуы тиіс. Бір уақытта бір күшейткіш антенналық диплексордың қабылдау портынан түсетін барлық көтергіштерді күшейтеді. Әдетте резервтік күшейткіш (1+1 резервтеу) орнатылады. Галлий арсенидінің (GaAs) негізіндегі далалық әсері бар транзисторлар саласындағы соңғы жетістіктер анағұрлым қарапайым және арзан транзисторлық күшейткіштерді құруға алып келді. С-және Ku-диапазондарында жұмыс істейтін қазіргі заманғы КШМ (жиілік жолағының ені 500 МГц-тен 1 ГГц-ке дейін), эквивалентті Шу температурасы 50-150 К, күшейту коэффициенті 30-40 дБ құрайды.

Таратқыштың маңызды элементі-күшейткіш. Таратқыштың шығысындағы қажетті қуат шамасының тәртібі телефон арнасы үшін 1 Вт немесе одан кем және теледидар тасушы үшін 1 кВт құрайды. Қуат күшейткішінің шығуында (қажет болған жағдайда 0,5-3 кВт дейін күшейту) клистрондар немесе жүгіруші толқын шамдары (ЛБВ) қолданылады. Негізгі қадір-қасиетіне клистронов - жоғары тұрақтылығы және төмен шу деңгейі, уақыт ЛБВ қамтамасыз етеді үлкен (олармен салыстырғанда) өткізу жолағының. Қуаты 0,5-1 кВт күшейткіштерде әдетте ЛБВ, ал неғұрлым қуатты (1-3 кВт) клистрондар қолданылады.

Соңғы жабдықтың құрамы жер станциясының мақсатына және берілетін ақпараттың түріне байланысты. Телефон байланысы жүйелерінде модемдер, кодер және декодерлер, коммутаторлар және АТС кіреді.



Сурет 10.3-типтік жер станциясының құрылымдық сұлбасы

Жалғау желілерінің аппаратурасы жер станцияларының жердегі байланыс желілерімен және пайдаланушылардың аппаратурасымен түйісуі үшін арналған.

21. VSAT жүйелерін құру принциптерін сипаттаңыз және түсіндіріңіз

VSAT (Very Small Aperture Terminal) – шағын жер серіктік станция. 90 – шы жылдардан бастап серіктік байланыста кіші антенналы терминал пайдалана бастады.

VSAT – қа халықаралық жіктеу бойынша 2,5 метрден кіші антенналары бар спутниктік станциялар жатады. Әдеттегідей VSAT - та жиілікке рұқсат етілген жеңілдетілген рәсім қолданылады.

VSAT негізгі 2 бөліктен тұрады. Олар: ODU (OutDoorUnit) – сыртқы блок, яғни антенна және қабылдап жібергіш (1-2 Вт) IDU (InDoorUnit) – ішкі блок немесе спутниктік модем.



VSAT спутниктік желісінің схемасы

Сыртқы қондырған блогі (ODU) фокуста антеннаны орналастырып концентраторға жіберіп және одан спутник арқылы модуляциаланған радиосигналдар алатын сыртқы блок. ODU құрамына жартылай өткізгішті күшейткіш аздыбысты блоктың және поляризациаланған селектор төмендету түрлендіргіш кіреді. BUC және LNB OMT – ның жеке порттарына қосылған.Бұндай кескін сигналды анықталған типті поляризацияны қабылдау және сигналда басқа типті поляризацияны жіберуді қамтамасыз етеді (көбіне ортогональды ). Блокаралық кабельдің F – типті өлшемі болады. Заводтық VSAT антенналары сәулелендіргіш пен ОМТ жинақталады.

Ішкі блок спутниктегі аналогты коммуникациялар мен телефон, компьютерлік желу, ПК, ТВ және тағы басқа өкілдікті жергілікті құрылыстар арқылы өтетін ақпаратты түрлендіретін кішкене құрылғы.Түрлендірудің негізгі программаларымен қоса, IDU қосымша функцияларды атқара алады. Мысалы қауіпсіздік, желі жылдамдығы және басқа да қасиеттер.

VSAT базасындағы спутникті байланыс желі құрамына үш негізгі элементті қосады: орталық жергілікті станция (қажетіне қарай), спутник – ретронслятор және обоненттік VSAT терминалы.

Спутникті байланыс желісінде орталық жергілікті станция орталық түйін функциясын атқарады және барлық желі жұмысының басқаруын қамтамасыздандырады, оның ресурстарын қайта жүктейді, ақауларын шығарып, қызметтер тарификсын және жергілікті байланыс жүйелерімен түйіндейді. Әдетте ОЖС ең үлкен трафик өтетін желі түйінінде орнатылады. Ол, мысалы корпоративті желідегі басты кеңсе немесе компанияның анықтау орталығы немесе аймақтық желідегі ірі қала.

Абоненттік VSAT терминалы әдетте антенно – фидерлік құрылғы, сыртқы радиожиілік блок және ішкі блоктан (модем) тұрады. Сыртқы блок кішкене қабылдап жібергіш немесе қабылдағыштан құралады. Ішкі блок спутниктік каналды қолданушының терминалды құрылғысымен түйіндеуді қамтамасыз етеді ( компьютер, сервес ЛВС, телефон, факс және тағы басқа).

VSAT желісіндегі спутник ретронсляторлары геотұрақты спутник ретронсляторлар базасында жиналады. Бұл абоненттік терминалдар құрылымын максималды ықшамдауға мүмкіндік береді және спутниктік бақылау жүйесі жоқ қарапайым белгіленген антенналармен қамтамасыздандырады. Спутник жергілікті станциядан сигнал қабылдайды, оны күшейтеді және қайта жерге жібереді. Спутниктің маңызды мінездемесі болып борттық жібергіштің қуаттылығы және ондағы радиожиілікті каналдардың саны болып табылады. VSAT типті абоненттік станциясы арқылы жұмысты қамтамасыз ету үшін шығыс қкаты 40 Вт шамасындағы жібергіш қажет. Қазіргі VSAT әдеттегідей 11/14 ГГц Ku – диапазонында жұмыс істейді ( жиіліктің бір мәні қабылдауға, екіншісі жіберуге), сонымен қатар қазір 18/30 ГГц К – диапазоны меңгеріледі.

Қабылдап – жібергіш аппаратурасы және антенно – фидерлік құрылғылар әдетте нарықта бар базадағы үйреншікті жабдығында құрылады. Құны пайдаланылатын спутник – ретронслятордың техникалық мінездемесіне тәуелді антеннаның көлемі мен жібергіштің қуатына байланыс анықталады. Байланыс сенімділігін қамтамасыз ету үшін, аппаратура, әдетте 100 % сақтық қорға ие болады.

Канал жасайтын аппаратура спутникті радиоканалдардың қалыптасуын қамтамасыз етеді және оларды жергілікті байланыс желісіне қосады.Әр спутникті байланыс жүйесін жабдықтаушы бұл ОЖС бөлігінің өз жеке шешімін қолданады, бұл әжетте басқа фирма аппаратурасы мен абоненттік станциялары арқылы желі құру мүмкіндігін жоққа шығарады. Әдетте бұл ішкі жүйе модульдік принцип бойынша құрылады, бұл принцип трафиктің өсуіне қарай және желідегі абоненттік станциялардың соңына қарай өткізу қабілетінің өсуі үшін, жаңа блоктарды жеңіл қосуға мүмкіндік береді.

VSAT басшылығының ақпаратты алуды Қазіргі VSAT қамтамасыз етеді. Оның жылдамдығы 4 Мбит/с дейін (мультикаст режимінде 30 Мбит/c) және ақпаратты жіберуі 1...2 Мбит/с.

Қазіргі VSAT бір немесе бірнеше Ethernet порттардан және маршрутизатордың кірістірілген міндеттерінен тұрады. Кейбір модельдерінде кеңейту арқылы 1 – 4 телефондық порттармен жабдықтала алады.

22. Спутниктік байланыс желісінің энергетикалық сипаттамасы жайлы жазыңыз.

1.1- суретте көрсетілгендей, таратқыш пен қабылдағыш қондырғылардан және антенналардан тұратын спутниктік байланыс желісінің бір бөлігін қарастырайық.



1.1-сурет. Спутниктік байланыс желісінің бір бөлігінің құрылымдық схемасы мен деңгейлерінің диаграммасы

Антеннаның, тракт элементтерінің және қабылдағыштың толқындық кедергілері сәйкес келген кездегі қабылдағыштың кірісіндегі сигнал қуаты:

 (11.1)

d – жіберуші және қабылдаушы антенналар арасындағы қашықтық, м;

λ –толқын ұзындығы, м;

РПРД – жіберушінің қуаты, Вт;

GПРД, GПРМ –жіберуші және қабылдаушы антенналардың күшейту коэффициенті, дБ;

ηПРД, ηПРМ – толқын жіберу коэффициенті;

LДОП – сигналдың қосымша өшуі.

Еркін кеңістікте сигнал энергиясының өшуі-сәуле шығарушыдан аластағанда қуат ағынының тығыздығын азайуы:

 (11.2)

λ- толқын ұзындығы;

d – көлбеу қашықтық (жіберуші және қабылдаушы антенналар арасындағы қашықтық).

Сапалы сигналды алуға қажетті қабылдағыштың кірісіндегі сигнал қуатын қабылдағыштың кірісіндегі сигнал-шу қатынасы мен шудың жиынтық қуаты арқылы өрнектейміз. Сонда ЗС жіберушінің қуатын анықтайтын формула төмендегідей болады:

,

image110- қабылдағыш жүйенің шуыл қуаты, 0К;

k – Больцман тұрақтысы;

ТΣ – ішкі және сыртқы шуылдарды ескере отырып табылған барлық қабылдаушы жүйенің эквивалентті шуылдық температурасы, 0К;

Δf – қабылдағыштың эквивалентті шу жолағы, Гц;

a=5 – коэффициент запаса для линии «вверх».

"Төмен" желісі үшін КС таратқышының қуатын есептеу теңдеуі:



Жиіліктер жолақтарының ортақ учаскелерін бірлесіп пайдалану кезінде туындайтын өзара кедергілерді жүйеішілік және сыртқы деп бөлуге болады.

Жер бетіндегі жүйелерде жерсеріктен сәулеленуден кедергілерді азайту үшін

W жер бетінде дамитын сигнал қуаты ағынының максималды тығыздығы шектеледі.

W(дБВт/м²)келесі шарттарды қанағаттандыру керек:

* W = W0 при ε ≤ 5°,
* W = W0 + 0,5 (ε – 5°) при 5°< ε ≤25°,
* W = W0 + 10 при 25°<ε ≤90°, мұнда: ε – орын бұрышы ;

Жиіліктен тәуелділігі:

* W0 = − 152 дБВт/ м² для 3,4-7,75 ГГц;
* W0 = − 150 дБВт/ м² для 10,7-11,7ГГц;
* W0 = − 148 дБВт/ м² для 12,2-12,75ГГц;
* W0 = − 115 дБВт/ м² для 17,7-19,7 ГГц и 31-40,5 ГГц.

W жиіліктердің шартты бақылау жолағы шегінде анықталады: 1МГц төмендегі диапазондар үшін 17,7-19,7; 31-40,5 ГГц және 4 кГц қалғандары үшін(төменгі жиілік).

23. Спутникті байланыс желісіндегі электромагниттік үйлесімділік туралы жазыңыз.

Бір жиілік жолақтарды бірлесіп пайдаланатын геостационарлық спутникті байланыс желілерінің ЭМҮ (электромагнитті үйлесімділігі).

ССС құруға ниет білдірген әкімшілік 6 жылдан ерте емес және жүйені іске қосуды жоспарлаған күнге дейін 2 жылдан кешіктірмей құрылатын ССС туралы ақпаратты жариялау үшін радиобайланыс бюросына хабар жіберуі тиіс. Егер қолда бар ССҚ әкімшілік мәлімдеуші әкімшіліктің қызметтерін өзінің бар қызметтеріне кедергі жасалуы мүмкін деп тапса, онда, арнайы ескертулерін жібереді.

Екі тарап координация процесінде өзара қолайлы шешім табуға тиіс. 1990 ж. ХЭО радиобайланыс Регламентінің 2-бөлімінің 29-қосымшасында баяндалған үйлестіру қажеттілігі төменде келтірілген әдіспен есептеледі.

Геостационарлы спутниктермен жұмыс жасайтын жүйелерді қарастырамыз:

**КС1**

**КС2**

α1

α2

θ1

θ2

d1

d2

d3

d4

θg

Действ. система 1

Проектируемая система 2

**ЗС1**

**ЗС2**

11.2-сурет. ССС –тің әсер етуін бағалау схемасы

Суретте төмендегілер белгіленген: d1…d4 – станциялар арақашықтығы; θ1, θ2 –ЗС кезіндегі тропоцентірлік бұрыштар; α1, α2- КС кезіндегі экзоцентрлік бұрыштар; θg –спутниктер арасындағы геоцентрлік бұрыштық тарату.

Жобаланатын жүйенің әсер етуі қолданыстағы жүйенің шуыл температурасының өсуімен бағаланады. Бұл өсу екі құраушыдан тұрады: ΔTЗС и ΔTКС.

Шамалары децибелдерде көрсетілген формуланы есептеу үшін қолдану ыңғайлы.

ΔTЗС= SБР2+GБР2(α2)+GЗС1(θ1)-k-Lp↓ , дБK,

ΔTКС= SЗC2+GКС1(α1)+GЗС2(θ2)-k-Lp↑, дБK.

Мұнда, SБР2, SЗС2 – БР2 және СС2 қуатының спектрлік тығыздығы әдетте техникалық сипаттамаларда дБ Вт/Гц -да көрсетіледі;

LР↑ - жоғары бөлікте тарату жолында кедергі сигналдарының әлсіреуі, дБ;

GЗС2(θ2),GЗС1(θ1)- жобаланатын және бар жүйелердің ЗС антеннасын күшейту коэффициенттері, топоцентрлік бұрыштардан θ тәуелді, дБ;

GБР1(α1), GБР2(α2)- жобаланатын және бар жүйелердің КС антеннасын күшейту коэффициенттері, экзоцентрлік бұрыштардан α тәуелді, дБ;

k–Больцман тұрақтысы (-228,6), дБ.

Бос кеңістіктегі өшу төмендегі формуламен анықталады:

Lp = Lo = 20 (lg f + lg d) + 32,45 [дБ],

Мұнда f – жиілік, MГц;

d – қашықтық, км.

Антеннаның бағыттық диаграммасын ескере отырып, бұрышқа байланысты СҚ антенналарының күшейтуін есептеуге арналған анықтамалық формулалар:

DA / λ ≥ 100 үшін

G (θ) = Gmax – 2,5\*10-3 (θ DA / λ), дБ

при 0< θ< θm;

G (θ) = G1, дБ при θm < θ< θr;

G (θ) = 32 – 25 lgθ, дБ, при θr < θ< 480;

G (θ) = -10, дБ, при 480< θ< 1800,

Мұнда DA –антенна диаметрі, м;

θ – антенна осінен есептелетін бұрыш (градуспен), θt  тең.

G1= 2+15*lg*(DA / λ) – антеннаны бірінші жапырақшаның максимум бағытында күшейту, дБ;

θm= (20 λ/ DA)√ Gmax- G1 - бірінші жапырақшаның ені, градус.

θr=15,85(DA/λ)-0,5, градус.

DA/ λ < 100 үшін

G (θ) = Gmax – 2,5\*10-3 (θ DA / λСР), дБ при 0< θ < θm;

G (θ) = G1, дБ при θm ≤ θ < 100λ/ DA;

G (θ) = 52 – 10 lg DA/ λср –25lgθ, дБ при 100λ/ DA ≤ θ < 480;

G (θ) = -10, дБ при 480 ≤ θ < 1800

Жер станцияларындағы топоцентрлік бұрыш мынадай формула бойынша анықталады:



# θ2 ұқсас жолмен анықталады.

Содан кейін шудың температурасын Кельвин арақатынасын пайдалана отырып ауыстырамыз:

ΔTЗС=10 ΔTзс(дБ)/10 ,0К;

ΔTКС=10 ΔTкс (дБ)/10 ,0К.

Барлық жүйенің Шу температурасының жиынтық өсуі есептеледі

∆T∑ = γΔTКС/ + ΔTЗС/Y, 0К

Мұнда γ – спутниктік байланыс желісін тарату коэффициенті;

Y- поляризацияның сәйкес келмеуінен кедергі сигналдың әлсіреу коэффициенті.

Егер қолданыстағы жүйенің Шу температурасының салыстырмалы өсуі 6% - дан аспайтын болса, әсер болмашы және жүйелер арасындағы үйлестіру талап етілмейді деп саналады. Ол төмендегі теңсіздікпен анықталады:

# ∆Т∑/TСЛС ≤ 6%,

# Мұнда TСЛС- жерсеріктік жүйенің шуыл температурасы.

24. Геостационарлық жерсеріктік байланыс желілерінің ЭМЖ түсіндіріңіз және сипаттаңыз

ССС құруға ниет білдірген әкімшілік 6 жылдан ерте емес және жүйені іске қосуды жоспарлаған күнге дейін 2 жылдан кешіктірмей құрылатын ССС туралы ақпаратты жариялау үшін радиобайланыс бюросына хабар жіберуі тиіс. Егер қолда бар ССҚ әкімшілік мәлімдеуші әкімшіліктің қызметтерін өзінің бар қызметтеріне кедергі жасалуы мүмкін деп тапса, онда, арнайы ескертулерін жібереді.

Екі тарап координация процесінде өзара қолайлы шешім табуға тиіс. 1990 ж. ХЭО радиобайланыс Регламентінің 2-бөлімінің 29-қосымшасында баяндалған үйлестіру қажеттілігі төменде келтірілген әдіспен есептеледі.

**КС1**

**КС2**

α1

α2

θ1

θ2

d1

d2

d3

d4

θg

Действ. система 1

Проектируемая система 2

**ЗС1**

**ЗС2**

3-сурет. Жобаланатын С2-нің қолданыстағы С1-ге кедергі келтіретін әсерін бағалау схемасы

Есептеу әдісі кедергі сигналдарының әсер етуі кезінде кедергілерге ұшырайтын жүйенің тиімді Шу температурасының артуына негізделген.

Бұл әдіске сәйкес жобаланатын жүйемен жасалатын кедергі сигналдарының әсерінен болатын, бар желінің Шу температурасының салыстырмалы түрде ұлғаюын есептеп шығарады және оны 6% тең шектік мәнмен салыстырады.

2-ші жүйенің жұмыс істеп тұрған 1-ші жүйеге кедергі келтіру әсерін бағалаймыз (3 суретті қараңыз), сондықтан 1-ші жүйенің қабылдағыш жолдары бізді қызықтырады, ал 2 –ші жүйенің таратқыштары. Схемада көрсетілген белгілер:

d1…d4 – станциялар арақашықтығы;

θ1, θ2 – тропоцентірлік бұрыштар;

α1, α2 - экзоцентрлік бұрыштар;

g – спутниктер арасындағы геоцентрлік бұрыштық тарату.

γ – КС1 қабылдаушы антеннаның шығысынан бастап ЗС1 қабылдаушы антеннаның шығысына дейінгі трактты тарату коэффициентіне сандық мәні тең коэффициент (әдетте 1 кіші);

Т∑ - қабылдау жолының тиімді Шу температурасы (кедергі әсерін ескермегенде).

Сонымен, үйлесімділік өлшемі

∆Т∑/T∑ ≤ 0,06. (6.5)

Есептеу үшін пайдаланылатын формулалар

∆T∑ = γΔT↑/Y + ΔT↓/Y (6.6)

Мұнда ΔТ↑,ΔT↓ - жоғары және төмен бөліктердегі Шу температурасының өсуі;

Y – поляризацияның сәйкес келмеуінен кедергі сигналдың әлсіреу коэффициенті (1 сәйкес келетін поляризациялар кезінде, 4 айналудың қарама-қарсы бағыты бар айналмалы поляризациялар кезінде және 1,4 қалған жағдайларда).

ЗС қолданыстағы жүйенің жиілік жолағын пайдаланатын ЗС жобаланып жатқан жүйе қолданыстағы КС ΔТ↑ шу температурасының өсуіне алып келеді.

ΔТ↑= SЗС2GЗС2(θ2)GБР1(α1)/( Lp↑), K

Мұнда SЗС2 [Вт/Гц],– ЗС2 қуатының спектралды тығыздығы;

LР↑ - жоғары бөліктегі тарату жолында кедергі сигналдарының әлсіреуі ;

GЗС2(θ2) –топоцентрлік бұрышқа тәуелді θ2  жобаланатын жүйенің ЗС антеннасын күшейту коэффициенті;

GБР1(α1) - экзоцентрлік бұрышқа тәуелді α1 қолданыстағы жүйенің КЖ антеннасын күшейту коэффициенті;

k = 1,38\*10-23 – Больцман тұрақтысы Вт/(ГцK).

КС қолданыстағы жүйенің жиілік жолағын пайдаланатын КС жобаланып жатқан жүйе қолданыстағы ЗС ΔT↓ шу температурасының өсуіне алып келеді.

ΔT↓= SБР2GБР2(α2)GЗС1(θ1)/(kLp↓),K

SБС2–БР2 қуатының спектралды тығыздығы, Вт/Гц;

LР↓ - төменгі бөліктегі тарату жолында кедергі сигналдарының әлсіреуі;

GЗС2(θ2) – топоцентрлік бұрышқа тәуелді θ2  жобаланатын жүйенің ЗС антеннасын күшейту коэффициенті;

GБР1(α1) - экзоцентрлік бұрышқа тәуелді α1 қолданыстағы жүйенің КЖ антеннасын күшейту коэффициенті;

k = 1,38\*10-23 - Больцман тұрақтысы Вт/(ГцK).

Шамалары децибелдерде көрсетілген формуланы есептеу үшін қолдану ыңғайлы.

ΔT↓= SБР2+GБР2(α2)+GЗС1(θ1)-k-Lp↓ ,дБK,

ΔT↑= SЗC2+GКС1(α1)+GЗС2(θ2)-k-Lp↑, дБK.

SБР2, SЗС2 –БР2 және СС2 қуатының спектрлік тығыздығы әдетте техникалық сипаттамаларда дБ Вт/Гц -да көрсетіледі;

k– Больцман тұрақтысы (-228,6), дБ.

Еркін кеңістікте өшу мынадай формула бойынша анықталады:

Lp = Lo = 20 (lg f + lg d) + 32,45 [дБ]

Мұнда f – жиілік MГц; d – қашықтық, км.

СҚ антенналарының күшейту коэффициенттері нақты өлшенген сипаттамалар бойынша анықталады немесе егер мұндай ақпарат болмаса радиобайланыс регламенті бағыттылықтың келесі анықтамалық диаграммаларын пайдалануды ұсынады

DA / λСР ≥ 100 үшін

G (θ) = Gmax – 2,5\*10-3 (θ DA / λСР), дБ при 0< θ< θm;

G (θ) = G1, дБ при θm < θ< θr;

G (θ) = 32 – 25 lgθ, дБ, при θr < θ< 480;

G (θ) = -10, дБ, при 480< θ< 1800

Мұнда DA –антенна диаметрі, м;

θ – антенна осінен есептелетін бұрыш (градуспен), θt  тең.

G1= 2+15*lg*(DA / λ) – антеннаны бірінші жапырақшаның максимум бағытында күшейту, дБ;

θm= (20 λ/ DA)√ Gmax- G1 - бірінші жапырақшаның ені, градус.

θr=15,85(DA/λ)-0,5, градус.

DA/ λср < 100 үшін

G (θ) = Gmax – 2,5\*10-3 (θ DA / λСР), дБ при 0< θ < θm;

G (θ) = G1, дБ при θm ≤ θ < 100λ/ DA;

G (θ) = 52 – 10 lg DA/ λср –25lgθ, дБ при 100λ/ DA ≤ θ < 480;

G (θ) = -10, дБ при 480 ≤ θ < 1800

Жер станцияларында топоцентрлік бұрыш төмендегі формулалар бойынша анықталады:

θ1= arc cos B1,

,

θg=│βКС1−βКС2│- геоцентрлік бұрыш.

θ2 ұқсас жолмен анықталады.

Егер КС–да глобалды антенналар болса (антенны глобального покрытия), онда борттық ретранслятордың антеннасының күшейту коэффициенті GБР(α) экзоцентрлік бұрышқа α тәуелді болмайды, GБР(α)= GБРMAX.

Басқа жағдайларда экзоцентрикалық бұрыш жер станциялары арасындағы қашықтықты анықтай отырып, косинустар теоремасынан анықталады.

d ²зс1зс2 = d1² + d2² - 2 d1 × d2 × cosα1, (6.7)

x1 = RЗ × cos φ1 × cos β1,

y1 = RЗ × cos φ1 × sin β1,

z1 = RЗ × sin φ1,

мұнда жерлің радиусы RЗ = 6370 км; φ1, φ2-ЗС ендіктері;

β1, β2 –ЗС бойлықтары.

Жоғарыдағыдай анықтаймыз x2, y2, z2.

d ²зс1зс2 = ( x2 - x1 )² + ( y2 - y1)² + (z2 - z1)². (6.8)

d ²зс1зс2 анықтап және 6.7 теңдеуді шеше отырып, α1 табамыз:



Дәл осындай есептеулер α2 үшін жүргізіледі және d3 , d4 арақашықтықтар қолданылады. Осылайша, экзоцентрлік бұрыштарды анықтау үшін алдымен ЗС координаттары бойынша олардың арасындағы қашықтықты анықтау, содан кейін косинустар теоремасын пайдалану қажет.

КЖ антеннасының күшейту коэффициенті формулалар бойынша анықталады (в дБ):

G(α)=Gm−12(α/αo) при 0,5αo≤α<1,3αo,

G(α)=Gm−20 при 1,3αo≤α<3,15αo,

G(α)=Gm−7−25lgα/αo при 3,15αo≤α<α1,

G(α)=−10 при α1≤α

Мұнда αo – жарты қуаты бойынша бағыт диаграммасының ені;

Gm = 44,4−20lgαo – максималды күшейту.

Егер ΔT↑ және ΔT↓ өлшемдері децибелмен анықталса, онда (6.6) формулаға қою алдында оларды Кельвинға айналдыру қажет.

ΔT∑ (6.5) теңсіздікке қойып, координация талап етіле ме, жок па соны анықтау керек.

25. Қазақстан Республикасының "KazSat" спутниктік байланысы туралы жазыңыз

KazSat-1 — [Жер](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B5%D1%80) айналымында тұрақты жайғасымында (103° E) орнатылған [Қазақстанның](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D2%9A%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D2%9B%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD) алғашқы ғарыш жабдығы. 2008 жылы желтоқсанның 2 «Қазсат-1» жер серігі жұмысын толығымен тоқтатқаны туралы Парламент Мәжілісінде Халықаралық істер, қорғаныс және қауіпсіздік комитетінің отырысында Ұлттық ғарыш агенттігінің төрағасы [Талғат Мұсабаев](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%BB%D2%93%D0%B0%D1%82_%D0%9C%D2%B1%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%B0%D0%B5%D0%B2) мәлімдеді. Борттағы басқару жүйесінің белгісіз себептермен жиі істен шығуы мен құрылғының сапасыздығы мүшкіл жағдайға әкеп соқты, деді агенттік төрағасы.  Ал 2011 жылы қыркүйекте Қазақ Ұллтық ғарыш агенттігі төрағасы «Kazsat-1» ғарыш серігі 65 млн. долларға сақтандырылған. «Сондықтан «Kazsat-1» ғарыш серігіне жұмсалған қаржы толығымен қайтарылды деп жариалады.

[2004](https://kk.wikipedia.org/wiki/2004) ж. [қаңтарда](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D2%9A%D0%B0%D2%A3%D1%82%D0%B0%D1%80) [Қазақстан Үкіметі](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D2%9A%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D2%9B%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD_%D2%AE%D0%BA%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%96) және Хруничев атындағы Ресей Мемлекеттік ғарыштық ғылыми-өндірістік орталығымен (МҒҒӨО) KazSat-1 жасалуы мен ұшырылуына арасындағы келісім-шарт қол қойылды. Келісім-шарттта сонымен қатар ұшуда ғарыштық аппаратты басқару және бақылау, сондай-ақ ұлттық кадрларды оқыту және даярлау үшін жер инфрақұрылымы көзделген.

KazSat ғарыштық жабдығы [2006](https://kk.wikipedia.org/wiki/2006) ж. [маусымның 18](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%83%D1%81%D1%8B%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D2%A3_18)-інде [Байқоңыр айлағынан](https://kk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%91%D0%B0%D0%B9%D2%9B%D0%BE%D2%A3%D1%8B%D1%80_%D0%B0%D0%B9%D0%BB%D0%B0%D2%93%D1%8B&action=edit&redlink=1) [Ресей](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D1%81%D0%B5%D0%B9) және [Қазақстан](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D2%9A%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D2%9B%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD) президенттерінің қатысуымен ұшырылды.

KazSat-тың ұшырылуынан бастап [Қазақстанның](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D2%9A%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D2%9B%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD) ғарыштық бағдарламаларын іске асыру басталады.

KazSat Жер серігі 72 MHz өткізгіштік жолағымен 40 W және 90 W Ku-диапазонындағы 12 транспондерлермен жабдықталған. Жер серігінің қамту аймағы [Қазақстанның](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D2%9A%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D2%9B%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD) аумағын, [Орталық Азия](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8B%D2%9B_%D0%90%D0%B7%D0%B8%D1%8F) республикаларын, [Кавказды](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%B0%D0%B7), [Ресейдің](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D1%81%D0%B5%D0%B9) орталық бөлігін қамтиды.

Жер серігінің аппаратурасы кіші диаметрдегі антендік жүйелерге дабылдың жақсы қабылдауын қамтамасыз етеді.

KazSat телерадиохабарларын тарату арналары, телефондық байланыс, деректерді беру, [Интернет](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82) желісіне кеңжолақты қол жеткізу, VSAT-желілерді құру және дамыту, ведомстволық және корпоративтік байланыс желілерін құру, мультимедиялық қызметтер пакетін көрсету үшін арналған.

«ҚазСат-2» қазақстандық жасанды [жерсерігі](https://kk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%96%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B3%D1%96&action=edit&redlink=1) – [Қазақстанның](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D2%9A%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D2%9B%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD) «[ҚазСат»](https://kk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D2%9A%D0%B0%D0%B7%D0%A1%D0%B0%D1%82&action=edit&redlink=1) сериялы спутниктерінің екіншісі, коммуникациялық жасанды жерсерігі. Ғарыш аппараты Қазақстанның аумағындағы спутниктік байланыс (интернет, желілі телефон және ұялы байланыс) пен телехабар тарату, ақпарат пен деректер алмасу жұмыстарына пайдаланылады. Жасанды жерсерігін жасауды Ресейдің М.В.Хруничев атындағы ғарыштық-ғылыми өндірістік орталығы мойнына алған болатын. «ҚазСат-2»-ге қатысты келісімшарт 2006 жылы жасалып, ол бойынша қазақстандық жасанды жерсерігі 2009 жылдың желтоқсан айында ұшырылуы көзделген еді. Алайда техникалық жағынан жақсы жарақталмаған және біраз өзгерістерді қажет еткен ғарыш аппаратын ұшыру кейінге шегеріліп, «ҚазСаттың» сәтті күні 16 шілдеге дөп келді. Құрдымға кеткен «ҚазСат-1»-дің құны 65 млн доллар болса, «ҚазСат-2»-ге мемлекет қазынасынан 115 млн доллар бөлінді.\* «ҚазСат-2» 2011 жылдың шілденің 16 күні Астана уақыты бойынша таңғы сағат 5-тен 16 минут өткенде Байқоңыр ғарыш айлағындағы №200 ұшыру алаңынан көкке самғап, ғарыш орбитасына сәтті көтерілді. «Протон-М» зымырантасығышы арқылы «ҚазСат-2» спутнигімен қатар, ғарыш кеңістігіне америкалық «ОС-2» телекоммуникациялық жерсерігі де жеткізілді. Ғарыш аппараты бір айдың ішінде шығыс бойлық бойынша ғарыш кеңістігін кезе жү­ріп 86,5 градустық өз орбитальдық нүк­те­сіне жетуі тиіс. Содан кейін барып аппарат жүйесі екі ай бойына сынақтан өткізіледі. Ал 2011 жылдың қазан айында ресейлік мамандар жерсерікті Қазақстанның ғарыш байланысы республикалық орталығының мамандарына тапсырады.

26. "KazSat-103" техникалық келбетін және негізгі сипаттамаларын жазыңыз

"KazSat" ғарыш жүйесін құруға 15-тен астам шетелдік және отандық фирмалар қатысты, оның ішінде Boeing, Alcatel Alenia Spazio Italia, comdev-борттық телекоммуникациялық жабдықтың жетекші өндірушілері.

"KazSat" ғарыш жүйесін құруды М. В. Хруничев атындағы ҚҒҒПО Ресей Федерациясына тиесілі шығыс бойлық 103 градус геостационарлық орбитада шағын ғарыштық байланыс және телехабар тарату аппараты базасында жүзеге асырды. Жерүсті басқару кешенін (ЖБК) және мониторинг жүйесін (СМС) салу Қазақстан аумағында жүргізіледі. "Kazsat" ға жалпы түрі 7.1-суретте көрсетілген. Оның негізгі сипаттамалары 7.1-кестеде. "Kazsat" ХКА БРТР ретрансляторының Блок-схемасы 7.2-суретте, 7.2-кестеде "Kazsat" жиіліктік жоспары, 7.3-кестеде Имитациялық үлгілеу деректері бойынша ЭИИМ есептерінің нәтижелері және БРТК дұрыстығы көрсетілген.



7.1-сурет. КА «Kazsat» -тың сыртқы түрі

Геостационарлық орбитада орналастырылған "Kazsat" ғарыш аппараты Қазақстан Республикасының барлық аумағын және шектес мемлекеттердің бір бөлігін қамтитын 12 транспондерлер арқылы байланыс пен телехабар таратуды жүзеге асырады.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Сервис атауы | Жиілігі мен SR және FEC | Стандарты |
| Data | 11079 V 3663 FEC: 3/4 | DVB-S2/32APSK |
| Data | 11459 Н 8209 FEC: 4/5 | DVB-S2/16APSK  ACM/VCM |
| Data | 11560 V 16666 FEC: 3/4 | DVB-S2/QPSK  ACM/VCM |
| Data | 11520 H 5147 FEC: 3/4 | DVB-S/MPEG-2 |

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры рабочей орбиты: |  |
| - тип орбиты: | ГСО |
| - наклонение: | 0 град.; |
| - долгота точки стояния (диапазон) | 103º в.д |
| “Сухая” масса КА | 695 кг |
| Заправляемый запас ксенона | 60 кг |
| Срок активного существования | 10 лет |
| Технический ресурс | 12,5 лет |
| Количество стволов ретрансляции | 12 |
| Диапазон частот БРТК | Ku |
| Полоса пропускания стволов БРТК | 72 МГц |
| Масса полезной нагрузки | 110 кг |
| Номинальное энергопотребление полезной нагрузки | 1300 Вт |
| Точность поддержания положения КА в точке стояния: |  |
| – по долготе | ±0,05 град. |
| – по широте | ±0,05 град. |
| Точность ориентации КА при работе БРТК | 0,1 град |

Т а б л и ц а 7.2 - Частотный план МКА «KazSat».

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  транс-  пондера | Центральная  частота в  радиолинии  вверх, MГц | Центральная  частота в  радиолинии  вниз, MГц | Рабочая ширина  полосы  пропускания  транспондера,  MГц | Поляризац. в  радиолинии  вверх | Поляризац. в  радиолинии  вниз |
| K1 | 14041,67 | 10991,67 | 72 | X | Y |
| K2 | 14041,67 | 10991,67 | 72 | Y | X |
| K3 | 14125,0 | 11075,0 | 72 | X | Y |
| K4 | 14125,0 | 11075,0 | 72 | Y | X |
| K5 | 14208,33 | 11158,33 | 72 | X | Y |
| K6 | 14208,33 | 11158,33 | 72 | Y | X |
| K7 | 14291,67 | 11491,67 | 72 | X | Y |
| K8 | 14291,67 | 11491,67 | 72 | Y | X |
| K9 | 14275,0 | 11575,0 | 72 | X | Y |
| K10 | 14275,0 | 11575,0 | 72 | Y | X |
| K11 | 14458,33 | 11658,33 | 72 | X | Y |
| K12 | 14458,33 | 11658,33 | 72 | Y | X |
| Маяк | - | 11199,5 | - | - | R |

Т а б л и ц а 7.3 - Результаты расчетов ЭИИМ и добротности БРТК МКА «KazSat» по данным имитационного моделирования.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Города | ЭИИМ, дБВт | | | Добротность, дБ/К | | |
| по ТЗ | расчетное | запас ЭИИМ | по ТЗ | расчетное | запас добротности |
| Астана | 51,50 | 52,97 | 1,47 | 4,30 | 8,74 | 4,44 |
| Алматы | 49,05 | 52,15 | 1,65 | 3,30 | 7,29 | 3,99 |
| Актау | 50,50 | 51,03 | 0,53 | 3,30 | 6,50 | 3,20 |
| Петропавловск | 50,50 | 52,23 | 1,73 | 3,30 | 8,50 | 5,20 |
| Караганда | 52,50 | 52,97 | 0,47 | 5,30 | 8,75 | 3,45 |
| Усть-Каменогорск | 50,50 | 52,76 | 2,26 | 3,30 | 9,15 | 5,85 |



KazSat телерадио хабарларын тарату арналарын, телефон байланысын, деректерді беруді, Интернет желісіне кең жолақты қолжетімділікті, VSAT-желілерін құру және дамыту, ведомстволық және корпоративтік байланыс желілерін құру, мультимедиялық қызметтер пакетін көрсету үшін арналған.

27. Спутниктік байланыс жүйесінде антенналардың рефракциясы мен дәл еместігіне байланысты жоғалтулар туралы жазыңыз

Рефракция-бұл атмосфера (Ионосфера және тропосфера) арқылы өту кезінде сигнал траекториясының өзгеруі.

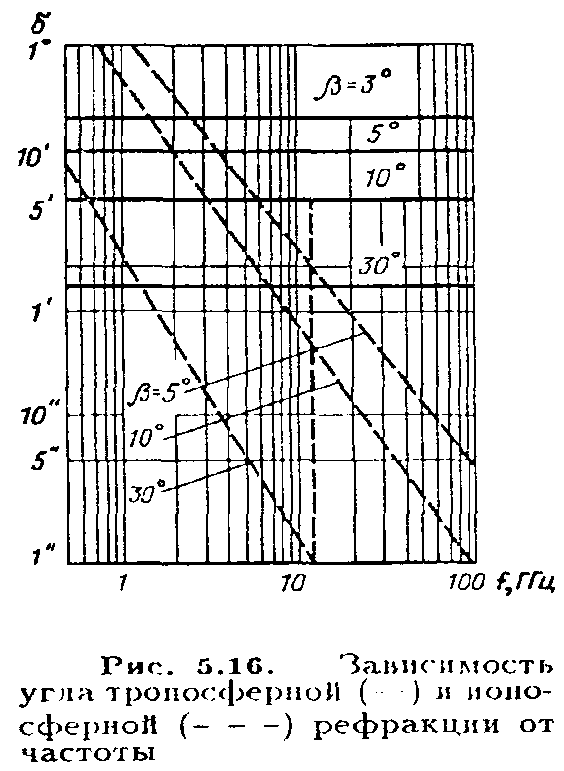
Ионосфералық рефракцияны (градуста) мына формула бойынша анықтауға болады:



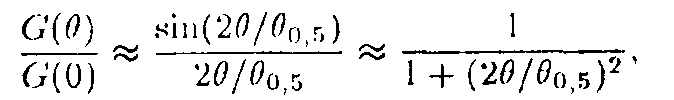
ол кері жиілік квадратына пропорционал және F > 5 Гц кезінде аз болады. Тропосфералық рефракция жиілікке байланысты емес. Жердің шағын бұрыштарында стандартты атмосфера үшін тропосфералық рефракцияның тұрақты (тұрақты) құрамдас бөлігі (градустарда)

*.*

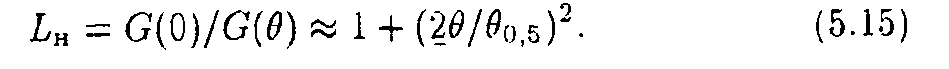
Толық рефракция 5.16-суретте ұсынылған.



Антенналарды автоматты түрде орнатқанда, бірақ кіріс сигналының максимумына рефракцияның әсері іс жүзінде болмайды. Тағы бір қосымша шығын — жер станцияларының антенналарын АЖЗ-ға дәл келтірмеу салдарынан шығындар-АЖЗ-ға нақты бағыттан бағытталу диаграммасының басты жапырақшасы осінің бұрыштық ауытқуымен, сондай-ақ осы жапырақшаның ені мен формасымен анықталады. Әдетте басты жапырақтың негізгі бөлігі шегінде диаграмма формасының келесі аппроксимацияларының бірін пайдаланады:



*Мұнда *- жартылай қуат деңгейі бойынша антеннаның бағытталу диаграммасының ені.Сонда бағыттау шығындары:



Қазіргі заманғы бағыттау жүйелерінде антеннаны басқару әдетте екі ось бойынша жүргізіледі (мысалы, азимуталды және бұрыштық). Бұл ретте әрбір ось бойынша бағыттаудың бұрыштық қателігін үш компонент сомасымен ұсынуға болады:



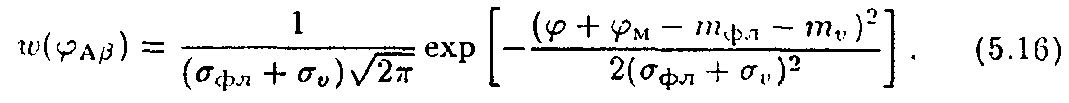
Мұнда *—* жүйенің механикалық бөлігінің жетілмеуінен бұрыштық қате (шестеріннің люфтері және айналардың деформациясы); — бақылау арналарында шудың әсерінен флуктуациялық қате; - бақылау кезінде антеннаның қозғалысымен байланысты динамикалық (жылдамдық) қате.

Бірінші компонент антенна құрылымына байланысты және әдетте паспорттық мәліметтерде беріледі; статистика келтірілмейді; екіншісі қабылдау арналарындағы сигнал-шу күтіліп отырған қатынасы бойынша есептеледі және параметрлері бар гаусстық таратылуы болады ; үшіншісі антенна орналасқан жердегі пунктке қатысты ЖЖС-ның салыстырмалы жылжу жылдамдығына байланысты және теңдеудің шешімімен анықталуы мүмкін.

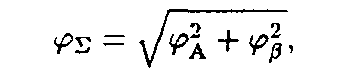


мұнда kc — бақылау арнасын беру коэффициенті;*v —* кеңістіктегі спутниктің жылдамдығы; r — бірлі-жарым радиус-вектор;*d —* жерсерікке дейінгі қашықтық (көлбеу қашықтық).

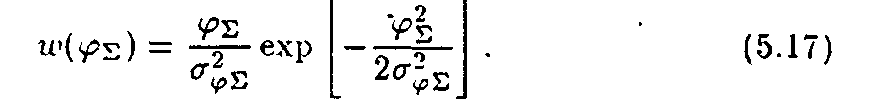
Бұл теңдеу жүйесі жер станциялары үшін мақсатты көрсеткіштерді есептеу кезінде шешіледі, сондықтан осы мақсатқа жету үшін жүйенің бірнеше жер станциялары үшін статистикалық өңдеу жүргізу жеткілікті. "Найзағай-3" және "Экран" сияқты спутниктерге қатысты жасалған осындай өңдеу нәтижелері "найзағай" түріндегі АЖЗ қозғалуының ең үлкен жылдамдығы 0,2 град/с аспайды, ал геостационарлық АЖЗ үшін аз. Әрбір жазықтықта бұрыштық қателіктің ықтималдығының тығыздығы



(5.15) және (5.16) өрнектер осьтердің әрқайсысы бойынша бағыттау қатесінің ықтималдылығы мен мәнін есептеуге мүмкіндік береді. Суретті жазықтықта бағыттаудың жиынтық қатесі белгілі ережемен анықталады



ал қателердің ықтималдығының тығыздығы Рэлеяның жалпыланған заңына бағынады:



28. Спутниктік байланыс жүйесіндегі негізгі анықтамалар мен классификацияларды түсіндіріңіз және сипаттаңыз

Жерсеріктік байланыс және хабар тарату жүйесін ұйымдастыру принципі өте қарапайым: зымыран-тасығыштың көмегімен берілген орбитаға Жердің айналасында жасанды Жер серігі (ЖҚС) іске қосылады, оның бортында қабылдау-тарату құрылғысы (радиоретранслятор) орналастырылады, жерде параболикалық антенналары бар және ЖҚС антеннасына тұрақты бағыттауға арналған құрылғылары бар жер станциялары орнатылады. Жер станциясынан жіберілетін тіркелген жиіліктердегі сигналдар ЖЖС радиоретрансляторымен қабылданады және күшейтіледі және басқа жиіліктерге түрлендірілгеннен кейін антенна ЖЖС-ға олар қабылданатын, күшейтілетін және хабар бөлінгенге дейін түрлендірілетін жер станцияларына-корреспонденттер жағына шығарылады.

*Ғарыштық радиобайланыс* - ғарыш станцияларын пайдаланатын, ЖҚЗ-да немесе басқа да ғарыш объектілерінде орналасқан радиобайланыс.

*Ғарыш станциясы (КС)* - Жер атмосферасының негізгі бөлігінен тыс жерде орналасқан (не сонда болған немесе шығаруға арналған), мысалы, ЖҚС-да орналасқан станция.

*Жер станциясы (ЗС)* - жер бетінде орналасқан (немесе жер атмосферасының негізгі бөлігінде) және ғарыш станцияларымен не ғарыш станциялары немесе басқа да ғарыш объектілері арқылы басқа да жер станцияларымен, мысалы, пассивті (шағылыстырғыш) АЖЗ байланысына арналған радиобайланыс станциясы. Жер станцияларынан, ғарыштық байланыс жүйелеріне немесе радиоастрономияға жатпайтын жер үсті радиобайланыс жүйелерінің станцияларынан айырмашылығы жер үсті деп аталады.

*Спутниктік байланыс*-ғарыш станциялары немесе пассивті жж арқылы жер станциялары арасындағы байланыс. Осылайша, спутниктік байланыс-ғарыштық радиобайланыстың жеке жағдайы.

*Жерсеріктік хабар тарату* - радио хабарларын тарату бағдарламаларын (телевизиялық және дыбыстық) тарататын жер станцияларынан ғарыш станциясы арқылы қабылдағыштарға беру-Белсенді ретранслятор. Осылайша, жерсеріктік хабар тарату-бір мезгілде бірнеше ЗС қабылдайтын бір жақты (симплексті) хабарлардың белгілі бір класын берумен немесе қабылдағыш станциялардың көп санымен (циркулярлық беру) ерекшеленетін спутниктік байланыстың жеке жағдайы.

Жер станциялары байланыс желілерінің коммутация тораптарымен (мысалы, қалааралық телефон станциясы – МТС), теледидар, дыбыстық хабар тарату бағдарламаларының көздері мен тұтынушыларымен жер үсті жалғау желілерінің көмегімен қосылады немесе ақпаратты тұтынушыларда тікелей орнатылады.

Жер станцияларының түріне және жүйенің мақсатына байланысты радиобайланыс регламентіне сәйкес келесі байланыс қызметтері бөлінеді:

- тіркелген жерсеріктік қызмет ( ФСС) - бұл бір немесе бірнеше жерсерікті пайдаланатын жер станциялары арасындағы радиобайланыс қызметі. Жер бетіндегі тіркелген нүктелерде орналасқан бұл СҚ станциялары жер станциялары деп аталады. Тіркелген жерсеріктік қызметке сондай-ақ басқа ғарыштық радиобайланыс қызметтері үшін, мысалы, жерсеріктік немесе жерсеріктік жылжымалы радиохабар қызметтері үшін фидер желілері (ғарыш станциясына бағдарламалар беру желілері) жатады.

Байланыс желісі арқылы берілетін негізгі сигналдар телефония, деректер, телеграфия, факсимиль, телевизиялық және дыбыстық бағдарламалар сигналдары болып табылады.

Соңғы айтылған екі беру түрінің сигналдары жіберілетін төменге байланыс желілері, егер олар тікелей кең жұртшылық қабылдаған жағдайда, онда олар жерсеріктік радиохабар қызметіне (РСЖ) жататындықтан, ФССС-тан алынып тасталады.

ФССЖ жүйелері тұрақты пайдаланушылар арасындағы байланысты қамтамасыз етуге арналған. Бастапқыда олар ұзындықтағы магистральдарды және аймақтық (Аймақтық) байланысты ұйымдастыру үшін ғана таралды. VSAT типті терминал базасындағы мұндай жүйелер электрондық коммерция, банктік ақпарат алмасу, көтерме базалар, сауда қоймалары және т. б. желілерінде қолданылады.

Тіркелген байланыстың ең маңызды коммерциялық жүйелеріне Intelsat, Intersputnik, Eutelsat, Arabsat және AsiaSat жатады;

— *жылжымалы жер серіктік қызмет (ІҚЖ)* - бір немесе бірнеше ғарыш станцияларының қатысуымен жылжымалы ЗС арасында (немесе жылжымалы және тіркелген ЗС арасында) (жылжымалы ЗС орнату орнына байланысты құрлықтағы, теңіздегі, әуедегі жылжымалы жерсеріктік қызметтерді ажыратады).

Бастапқыда мобильді жер үсті станциялары арнайы мақсаттағы жүйелер (теңіз, әуе, автомобиль және темір жол) ретінде әзірленген және пайдаланушылардың шектеулі санына бағытталған. Бірінші буынның мобильді ССС тікелей (ашық) ретрансляторлары бар геостационарлық ға пайдалану арқылы салынды және өткізу қабілеті төмен болды.

ІАҚ ішкі жүйелері, негізінен, үлкен орталық және базалық станциялары бар радиалды немесе радиалды-тораптық құрылымы бар желілер үшін құрылды, олар жылжымалы жерүсті станцияларымен жұмыс істеуді қамтамасыз етеді. Талап бойынша арналарды ұсынумен желілердегі ағындар көп емес, сондықтан оларда негізінен бір немесе аз каналды жер үсті станциялары қолданылды. Әдетте мұндай желілер алыс және жылжымалы объектілермен (кемелер, ұшақтар, Автомобильдер және т. б.) байланыстың ведомстволық және корпоративтік желілерін құруға арналған. д.), мемлекеттік құрылымдарда, апат аудандарында және төтенше жағдайлар кезінде байланысты ұйымдастыру үшін.

Қазіргі уақытта радиотелефондық байланыс желісінде (Inmarsat-A, -B и-M, AMSC, MSAT, Optus, AceS) берілетін ақпараттың түрлері бойынша ПСС жүйелерін және деректерді беру жүйесін (Inmarsat-C, Omnitracs, Euteltracs, Prodat) бөлу сақталуда.

Барлық ПСС жүйелерінің ішінде ең қуатты орбиталық топ Inmarsat халықаралық жүйесіне жатады;

- *радиохабар жерсеріктік қызмет* — СБЖ) - ғарыш станцияларының сигналдары халықтың тікелей қабылдауына арналған радиобайланыс қызметі. Бұл ретте жеке, сондай — ақ ұжымдық қабылдау тікелей деп есептеледі; соңғы жағдайда хабар тарату бағдарламасы Жеке абоненттерге белгілі бір жер үсті тарату жүйесі — қуаты аз кәбілдік немесе эфирлік таратқыш арқылы жеткізіледі. "Радиохабар" термині телевизиялық және дыбыстық хабар таратуды біріктіреді. Осылайша анықталған жерсеріктік радиохабар қызметі жерсеріктік хабар тарату жүйесінің барлық түрлерін емес, тек абонент үшін жеткілікті сапасымен салыстырмалы қарапайым және қымбат емес қабылдау қондырғыларына қабылдауға арналған, бірақ жер бетіндегі хабар тарату станцияларына бағдарламаларды берудің магистральдық желілерінен талап етілгеннен гөрі жиі төмен болатындарды қамтиды.

29. Спутниктік байланыс жүйесінде байланыс және хабар тарату желісін құру принциптерін сипаттаңыз

Спутниктік байланыс жүйесінің негізгі құраушылары:

- жерсеріктік байланыс жүйесінің ғарыш сегменті спутниктерден және жер үсті жабдықтарынан тұрады, ол спутниктерді бақылау, телеметрия және телекоманданы (ТТС) беру және материалдық-техникалық жабдықтау жөніндегі функцияларды орындауды қамтамасыз етеді.

- жер сегменті. "Жер сегменті" термині жерсерікке және одан берілетін және жер үсті желілерімен түйіскен байланыс трафигі сигналдарының кез келген түрлерін беру және қабылдау үшін пайдаланылатын жер станциялары құратын спутниктік байланыс жүйесінің бір бөлігін білдіреді.

Қазіргі уақытта спутниктік байланыс желісінің төрт негізгі технологиясы бар. Олардың барлығы өздерінің артықшылықтары мен кемшіліктері бар және олардың біреуі әмбебап емес. Көптеген заманауи желілерде жұмыс тиімділігін арттыру үшін бір уақытта бірнеше технология сәтті үйлеседі. Олардың арасындағы негізгі айырмашылық-спутниктік ретранслятор ресурсын пайдалану тәсілі.

Бұл технологияларды қарастырайық:

- SCPC (Single Channel Per Carrier) қарқынды трафигі бар шағын желілерді құру үшін белсенді қолданылады. SCPC жүзеге асыратын әрбір СБЖ спутниктік ретранслятор сыйымдылығының бөлінген тұрақты сегменті бар және тұрақты қосылуды қолдайды. Бұл технологияның негізгі артықшылығы спутниктік байланыс арнасының қажетті өткізу қабілетіне кепілдік береді, ал негізгі кемшілігі-онда желі тораптары арасында ретранслятор ресурсын динамикалық қайта бөлу мүмкіндігінің болмауы.;

- DAMA (Demand Assigned Multiple Access) талап бойынша жерсеріктік ретранслятор ресурсын ұсынады. DAMA технологиясы бар желілерде пайдаланушыға байланыс сеансын өткізу кезінде ғана бөлінеді, бұл Спутниктік ретранслятордың ресурстарын едәуір үнемдейді. Бұл желіде арна құрылымы SCPC арнасының құрылымына ұқсас. DAMA технологиясының кейбір реализацияларында әртүрлі байланыс сеанстары үшін әртүрлі өткізу қабілеті бар қосылыстарды орнату мүмкіндігі қарастырылған. DAMA толық байланыс топологиясы бар телефон желілерін құру үшін оңтайлы. Ресурс қайта тарату бөлінеді орталық станция желі деп санауға болады негізгі кемшілігі технологиялар, өйткені жұмыс істеуі, бүкіл желінің жай-күйіне байланысты осы бір станция;

- TDMA (Time Division Multiple Access) көптеген станцияларға уақытша бөлінген жалпы арнаға динамикалық қатынауды ұсынады. DAMA технологиясына қарағанда, ол байланыс орнатудың өте үлкен уақытымен, мұндай қатынау әлдеқайда жылдамырақ. Бірақ та TDMA желісінің СБЖ өте қымбат, өйткені осы станциялардың кез келгені - тіпті ең аз трафигі бар-уақыт бойынша бөлінетін арнаның жалпы өткізу қабілетіне тең жылдамдықпен деректерді беруі тиіс. TDMA желілерінде орталық басқару станциясы, әдетте, жоқ;

- TDM / TDMA (Time Division Multiplexing / Time Division Multiple Access) - "жұлдыз"типті топологиялы желілердің аралас технологиясы. TDM/TDMA желісінде орталық ЗС бір немесе бірнеше бекітілген TDM арналарының (уақытша мультиплексирлеумен) көмегімен пайдаланушылар станцияларымен байланысады, ал пайдаланушылар станциялары TDMA арналары арқылы Орталық ЗС қатынауын жүзеге асырады. Өйткені барлық станциялары қолданушылардың тікелей өзара іс-қимыл жасайды, тек орталық ЗСС, мүмкіндігі туады қолдануға өте маломощные станция скомпенсировав жетіспеушілігі, олардың энергетика пайдалана антенна диаметрі үлкен және қуатты таратқыш орталық ЗС. Станция параметрлерінің мұндай теңгерімсіздігінің есебінен пайдаланушылардың көп станциялары бар жобалардың құнын айтарлықтай төмендетуге болады. Міндетті түрде бар болуы орталық ЗС (функциясын орындайды концентратора желі) негіздейді жоғары талаптар, оның дайындығы - бұл жай-күйі осы станция байланысты жұмыс істеуі бүкіл желі.

TDM/TDMA желісінде пайдаланушылардың кез келген екі станциясы арасында берілетін деректер екі рет рет рет рет жерсерік-ретранслятор ("екі рет секіріс") арқылы өтеді. Сонымен қатар, бұл желі осындай кідірістерге сезімтал телекоммуникациялық қосымшаларды пайдалану үшін аз жарамды болып табылатын сигналдың Елеулі (1-2 с) кідірісі туындайды.

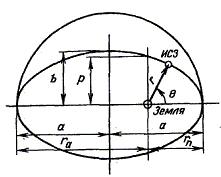
Жоғарыда қарастырылған негізгі технологияларды қолдау спутниктік байланыстың көптеген заманауи аппараттық құралдарында іске асырылған. Бір желіде бірнеше технологияларды бір уақытта қолдану өте жиі мағынасы бар. Мысалы, ірі масштабты корпоративтік телекоммуникациялық инфрақұрылымды құру үшін TDM/TDMA және DAMA технологияларының үйлесімін ұсынуға болады. Олардың соңғысы телефон және факсимильдік байланысты қамтамасыз етеді, аудио - және видеоконференцияларды ұйымдастыруға мүмкіндік береді, ал TDM/TDMA қосалқы желісінің көмегімен деректерді таратуды жүзеге асыруға болады.

Сонымен қатар, байланыс желілері мен байланыс желілері, байланыс желілері, байланыс желілері, байланыс желілері, байланыс желілері және т.б. байланыс желілері, байланыс желілері, байланыс желілері, байланыс желілері, байланыс желілері және т. б. қызмет көрсетеді.

30. Жерсеріктік байланыс жүйесінде қызмет көрсету аймағы мен ИСЗ орбитасы туралы жазыңыз

Орбита Жердің жасанды серігінің қозғалыс траекториясы деп аталады.

Жер серігін орбитаға шығарғаннан кейін ракеталық қозғалтқыштар ажыратылады, және жер серігі, барлық аспан денесі сияқты, инерция бойынша және гравитациялық күштердің әсер ету кезінде қозғалады, олардың басты бөлігі - жердің тартылуы.



2.1-сурет. Орбита эллипс формада

Егер жер — Тамаша шар және жерсерікке Жердің тартылу күші ғана әрекет ететін болса, онда спутниктің қозғалысы астрономиядан белгілі Кеплер заңдарына бағынады. Орбита пішіні эллипс (2.1-сурет), бір фокустар (а-орталығы) орналасқан Жер. Орбитаның жазықтығы жер ортасынан өтеді және уақыт қозғалыссыз қалады. Өйткені қозғалыс кезінде безвоздушном кеңістікте энергия шығындалмайды, онда толық механикалық энергиясы ТҰРАДЫ (кинетикалық және әлеуеттік) өзгермейді ұзақ уақыт бойы. Бұл жерден алыстатылған кезде спутниктің жылдамдығы мен оның кинетикалық энергиясы құлдырайды, жерге жақындағанда-өседі. Координаттардың полярлық жүйесіндегі ИСЗ эллиптикалық орбитасының теңдеуі

r = p/(l + *e*cosθ) (2.1)

мұнда r - радиус-Вектор модулі;

θ- радиус-векторының бұрыштық координатасы ;

е — орбитаның Эксцентриситеті;

р = b2/a *=* а(1 - *е*2) - фокалды параметр;

a, b *-* үлкен және кіші жарты ось эллипс.

31.Спутниктік байланыс жүйесінде геостационарлық орбитаны (ГСО) сипаттаңыз

Геостационарлық жерсеріктің орбитасы - дөңгелек (эксцентричность e = 0), экваторлық (иілісі = 0 °), айналу кезеңі 24 сағат болатын синхронды орбита, спутник шамамен 36000 км биіктікте шығысқа қарай қозғалады.

GSO орбитасын 1945 жылы ағылшын инженері Артур Кларк, кейіннен фантаст жазушы ретінде белгілі, байланыс спутниктері үшін ұсынды және ұсынды. Англияда және басқа да көптеген елдерде геостационарлық орбита Кларк белдеуі деп аталады.

Көптеген қолданыстағы ОКС геостационарлық орбитаны пайдаланады, бұл спутникті орналастыру үшін ең тиімді, оның негізгі артықшылықтары:

- ғаламдық қызмет көрсету аймағында тәулік бойы үздіксіз байланысу мүмкіндігі және Доплер әсерінен жиілік ауысымының мүлдем болмауы;

- үш жерсерік Жердің бүкіл аумағын қамту үшін жеткілікті;

- спутникті бақылау үшін антеннаның қозғалыс жүйесі қажет емес.

Доплер эффектісі - таратқыш пен қабылдағыштың өзара қозғалысы кезінде жоғары жиілікті электромагниттік толқындардың жиілігінің өзгеруінен тұратын физикалық құбылыс. Егер спутник орбитада қозғалса, Доплер эффектісі жылдамдықтың радиалды компонентіне байланысты болады. Бұл әсер спутник орбитада қозғалғанда да пайда болуы мүмкін. Қатаң геостационарлық спутник арқылы байланыс желілерінде Доплер жылжуы болмайды, нақты геостационарлық жерсеріктерде ол аз, ал жоғары созылған эллиптикалық немесе төмен дөңгелек орбиталарда бұл маңызды болуы мүмкін. Әсер борттағы қайталағыштың және жер станциясының жабдықтарында пайда болатын жиіліктің аппараттық тұрақсыздығына қосылатын спутниктен алынған тербелістердің тасымалдаушы жиілігінің тұрақсыздығы ретінде көрінеді. Бұл тұрақсыздық сигналдарды қабылдауды айтарлықтай қиындатады, бұл қабылдаудың шуылдық иммунитетін төмендетеді.

Жерсерік

V

Байланыс бағыты

ψ

Vr

Ресивердегі жиіліктің салыстырмалы өзгерісі тең болады

             Δf / f0 = V × cosψ / s (2.1)

мұндағы с - жарық жылдамдығы;

V - қабылдағышқа қатысты таратқыштың жылдамдығы;

Vr - қабылдағышқа қатысты таратқыштың жылдамдығының радиалды компоненті;

ψ - жылдамдық векторы мен байланыс бағыты арасындағы бұрыш.

Шамамен 36 мың км биіктікте орналасқан және Жердің айналу жылдамдығымен қозғалатын геостационарлық жерсеріктер экваторда (жерсеріктік деп аталатын жер) жер бетіндегі белгілі бір нүктеден жоғары «ағады». Шын мәнінде, Жер экваторының эллиттілігімен, Күн мен Айдың тартылысымен байланысты күштердің әрекеті, сондай-ақ күн радиациясының қысымы спутниктің бойлыққа қарай жылжуына және экватордың солтүстігінде және оңтүстігінде трек бойымен «8» саны түрінде қозғалуына әкеледі. Бұл күштерге қарсы тұру үшін жерсеріктердің бортында «станцияны ұстап тұру» жүйелері қолданылады. Орбитадағы көрші ғарыш аппараттарының бұрыштық кеңістігін анықтайтын негізгі параметрлер борттық және жердегі антенналардың кеңістіктік таңдалуы, сондай-ақ ғарыш аппараттарын орбитада ұстап тұрудың дәлдігі: ауытқу көп болған сайын, орбитаның потенциалы төмен болады. Заманауи талаптарға сәйкес станция ұзындығын сақтау дәлдігі ± 0,10 болуы керек.

Геостационарлық ғарыш кемесі арқылы байланыс спутник пен жер станциясының өзара қозғалысына байланысты қызмет көрсетуде үзілістер болмайды. Заманауи геостационарлық ғарыш аппараттарының орбиталық қоры да өте жоғары және шамамен 15 жыл.

32.Спутниктік байланыс жүйесіндегі орта биіктік орбиталарын сипаттаңыз

Орта биіктіктегі орбитадағы спутниктер дәстүрлі түрде геостационарлық ғарыш аппараттарын шығаратын компанияларды құрды. Орта биіктіктегі жүйелер геостационарлыққа қарағанда мобильді абоненттерге жақсы қызмет сипаттамаларын ұсынады, өйткені ғарыш аппараттарының көп бөлігі бір уақытта абоненттің қарауында болады. Осының арқасында ғарыш кемесінің көріну минималды бұрыштарын 25-300-ге дейін арттыру мүмкін болады.

Сонымен, ICO жүйесіндегі екі жерсеріктің радио көрінісі тәуліктік уақыттың 95% қамтамасыз етілген, және оның кем дегенде біреуі ғарыш кемесінің 300-ден астам бұрышта көрінеді. Ал бұл өз кезегінде радиожабдықтың таралу шығындарын өтеу үшін қажетті қосымша энергия резервін азайтуға мүмкіндік береді. жақын аймақ (ағаштар, ғимараттар және басқа кедергілер болған кезде).

Геостационарлық емес орбиталық шоқжұлдыздың орнын таңдау кезінде табиғи шектеулерді ескеру қажет - бұлар Ван Аллен радиациялық белдеулері, 2.6 суретте олар сұр түспен көрсетілген. Жоғары радиацияның алғашқы тұрақты белдеуі 1500 км биіктіктен басталып, бірнеше мың шақырымға дейін созылады. Бірдей жоғары қарқындылықтың екінші белдеуі (10 мың имп / сек) 13-тен 19 мың км-ге дейінгі биіктікте орналасқан.

Ортаңғы биіктіктегі спутниктік маршрут бірінші және екінші ван Аллен белдеуі, яғни 5-тен 15 мың км биіктікте өтеді. Әрбір ғарыш кемесінің қызмет көрсету аймағы геостационарлық аймаққа қарағанда едәуір аз, сондықтан жер шарының ең көп қоныстанған аудандары мен кеме қатынасы аудандарын біртұтас қамту үшін жаһандық қамту үшін 8-12 спутниктен шығатын газды құру қажет. Ортаңғы биіктіктегі жерсеріктер арқылы байланыс кезінде сигналдың жалпы кешігуі 130 мс аспайды, бұл оларды радиотелефон байланысында пайдалануға мүмкіндік береді.

Осылайша, орташа биіктіктегі жер серіктері геостационарлық жерсеріктерді энергия тиімділігі жағынан озып кетеді, бірақ ғарыш аппараттарының жердегі станциялардың радиотүсірілу аймағында болуына байланысты олардан айырылады (1,5 - 2 сағат).

Ортаңғы биіктіктегі ғарыш аппараттарының орбитальды ресурсына келетін болсақ, ол геостационарлыққа қарағанда аз ғана. Спутниктің Жердегі айналмалы орта биіктіктегі айналу кезеңі шамамен 6 сағатты құрайды (1050 км биіктікте), оның бірнеше минуттары Жердің көлеңкесінде болады. Бұл борттық электрмен жабдықтау жүйесінде қолданылатын технологиялық шешімдерді айтарлықтай жеңілдетуге және, сайып келгенде, ғарыш аппараттарының өмірін 12-15 жылға дейін ұзартуға мүмкіндік береді.

Орта биіктіктегі орбиталардағы жүйелердің құрылымы (ICO, Spaceway NGSO, Rostelestat) аздап ерекшеленеді. Барлық осы жүйелерде орбиталық топтастыру шамамен бірдей биіктікте (10 352-10 355 км) ұқсас орбиталық параметрлермен құрылады.

33. Спутниктік байланыс жүйесіндегі төмен шеңберлі орбиталарды сипаттаңыз

Экваторлық және полярлық орбиталары бар жүйелер шамамен 30 жыл бойы өмір сүрді және негізінен зерттеу, қашықтықтан зондтау, навигация, метеорологиялық бақылаулар, Жер бетін суретке түсіру үшін қолданылады. Ұялы және жеке байланыстарды ұйымдастыру үшін бұл жүйелер соңғы 5-7 жылда ғана қолданыла бастады. Бүгінгі таңда ең төмен қарқынды игерілгендер - төмен көлбеу және полярлық орбиталар, биіктігі 700-1500 км, сондай-ақ биіктігі 2 мың км экваторлар.

Төмен орбиталардағы спутниктер басқа ғарыш аппараттарына қарағанда энергетикалық сипаттамалары жағынан едәуір артықшылықтарға ие, бірақ олар байланыс сеанстарының ұзақтығында, қамту аймағында және ғарыш аппаратының белсенді қызметінде жоғалады. Егер спутниктің айналу кезеңі 100 минутты құраса, онда ол уақыттың орташа 30% -ы Жердің көлеңкелі жағында болады. Қайта зарядталатын борттық батареяларда жылына шамамен 5 мың зарядтау / разрядтау циклі болады, нәтижесінде олардың қызмет мерзімі, әдетте, 5-8 жылдан аспайды.

Төмен орбиталық жүйелер үшін 700-ден 2 мың км-ге дейінгі биіктіктер диапазонын таңдау кездейсоқ емес. Бір жағынан, биіктігі 700 км-ден аз орбиталарда атмосфераның тығыздығы салыстырмалы түрде жоғары, бұл эксцентриктіліктің ауытқуын және орбитаның тозуын тудырады (апогийлердің биіктігінің біртіндеп төмендеуі). Сонымен қатар, орбитаның биіктігінің төмендеуі берілген орбитаны ұстап тұру үшін тұрақты маневрлер санының артуына, демек, отын шығынын көбейтуге әкеледі.

Екінші жағынан, бірінші Ван Аллен радиациялық белдеуі орналасқан 1,5 мың км-ден жоғары орбиталарда радиациялық қорғаудың арнайы әдістері қолданылмаса, борттық электронды жабдықтың ұзақ уақыт жұмыс істеуі іс жүзінде мүмкін емес. Бұл әдістерді қолдану борттық жабдықтың айтарлықтай күрделенуіне және ғарыш аппараттарының массасының көбеюіне әкеледі.

Алайда, орбита неғұрлым аз болса, лезде қамту аймағы аз болады, сондықтан ғаламдық қамту үшін әлдеқайда көп спутниктер қажет. Егер төмен орбиталық жүйе ғаламдық байланысты үздіксіз қызметпен қамтамасыз етсе, орбиталық шоқжұлдызға кемінде 48 ғарыш кемесі кіруі керек. Бұл орбиталардағы спутниктің орбиталық кезеңі 90 минуттан 2 сағатқа дейін, ал ғарыш аппараттарының радиотүсіру аймағында болу уақыты 10-15 минуттан аспайды.

34. Спутниктік байланыс жүйесіндегі эллиптикалық орбиталарды сипаттаңыз

Эллиптикалық орбитаның түрін сипаттайтын негізгі параметрлер - бұл жердегі спутниктің төңкеріс кезеңі және эксцентриситет (орбитаның эллиптикалық көрсеткіші). Қазіргі уақытта үлкен эксцентриалды эллиптикалық орбиталардың бірнеше түрлері қолданылады - Бореалис, Архимед, «Найзағай», «Тундра» (2.2 кесте). Осы орбиталардың барлығы синхронды, яғни осындай орбитаға шығарылған жер серігі Жердің жылдамдығымен айналады және күннің санына тең болатын революция кезеңіне ие.

2.2-кесте - эллиптикалық орбиталардың түрлері және олардың негізгі параметрлері

Орбита түрі

Биіктігі

апогей, км

Кезең

емдеу, с

Күніне кезек саны

Бореалис

7840

3

8

Архимед

28 000

8

3

Найзағай

40 000

12

2

Тундра

71000

24

1

Эллиптикалық орбитадағы спутниктерге олардың жылдамдығы перигейге қарағанда әлдеқайда төмен екендігі тән. Демек, ғарыш кемесі орбитасы дөңгелек болатын спутниктен гөрі белгілі бір аймақтың көріну ауқымында ұзақ уақыт болады.

Сонымен, «Молния» ғарыш кемесі орбитаға шығарылды (апогей 40 мың км, перигейлік 460 км, көлбеу 63,50) 8-10 сағатқа созылатын байланыс сеанстарын қамтамасыз етеді, ал тек үш спутниктің жүйесі тәулік бойы ғаламдық байланысты қолдайды. Төменгі апогейі бар эллиптикалық орбиталар, мысалы, Бореалис (апогея 7840 км, перигей 520 км) немесе Архимед (апогей 26 737 км, перигей 1000 км) аймақтық байланысты қамтамасыз етуге арналған.

Доплер эффектісі жоғары эллиптикалық орбитадағы спутниктердің жұмысына теріс әсер етеді. Мысалы, найзағай түріндегі жоғары эллиптикалық орбита үшін Δf / f0 (2,2) 0,002 мәніне жетеді, сондықтан жабдық тек 15 ... 20 мың км биіктікте қосылады, яғни. 1,5 - 2 сағат өткеннен кейін пергамент.

Төменгі апогейі бар ғарыш аппараттары ғарыштық аппараттарды жоғары эллиптикалық орбитада энергетикалық сипаттамаларында жеңіп, сессия кезінде жоғалтты. Синхронды күн орбиталарын қолдана отырып, тәулік бойына үздіксіз байланыста болу үшін Borealis кем дегенде 8 ғарыш кемесін қажет етеді (екі орбиталық ұшақта орналасқан, әр жазықтықта төрт спутник). Олар абоненттерге ғарыш аппараттарының кемінде 250-ге дейін көріну бұрыштарында қызмет етуге мүмкіндік береді.

Эллиптикалық орбиталарда ғарыш аппараттары бар жүйелер де «табиғи» шектеулерден аулақ емес. Ғарыш кемесінің эллиптикалық орбитада тұрақты орналасуы орбиталық жазықтықтың экваторға бейімделуінің екі мәні болғанда ғана қамтамасыз етіледі - 63.40 және 116.60. Бұл Жердің гравитациялық өрісінің біркелкіліксіздігінің әсеріне байланысты, эллиптикалық орбитаның негізгі осі крутящий жағдайды бастан кешіреді, бұл апогеядағы қосалқы жерсеріктік нүктенің ендіктеріндегі тербелістерге әкеледі. Эллиптикалық орбиталардың параметрлерін таңдауға әсер ететін тағы бір фактор - ғарыш кемесі өзінің орбитасында сөзсіз кесіп өтетін Ван Аллен радиациялық белдеулерінің қауіпті әсерін ескеру қажеттілігімен байланысты.

Геостационарлық емес орбиталь шоқжұлдызының негізгі сипаттамалары.

Белгілі геостационарлық емес жүйелердің көпшілігі «сақина» қағидаты бойынша құрылғанына қарамастан, олардың әрқайсысының өзіндік баллистикалық параметрлері және ерекше орбиталық құрылымы бар. Орбиталық жазықтықта («сақина») жердің төменгі орбиталарында қозғалатын бірнеше жерсеріктер кіреді, олар Жер бетінде байланыс белдеуін құрайды. Жер серіктері

бір орбиталь жазықтығы әдетте орбита бойымен біркелкі орналасады.

Шығарылған газ сипаттамаларының құрылымы - орбитаның параметрлері, орбиталық жазықтықтардың типтері, қызмет көрсету аймақтарының сипаттамалары және ықтималдылық уақытының көрсеткіштері.

Орбиталық топтастырудың параметрлері - орбитаның түрі (LEO, MEO, GEO, HEO), ғарыш кемесінің орбиталық жазықтықтарының саны, әр жазықтыққа орналастырылған ғарыш аппараттарының саны, сондай-ақ орбиталардың биіктігі мен көлбеуі. Шығарылатын газдың осы және басқа көрсеткіштері арасындағы байланыс қызмет көрсету аймағының шекарасында орналасқан жер станциясына қатысты ғарыш кемесінің орнын сипаттайтын геометриялық қатынастар негізінде анықталады.

Ұшу кезінде жердегі станциядан ғарыш кемесіне дейінгі қашықтық өзгермелі болып табылады, өйткені спутник жердегі станцияның радио көріну аймағынан әр түрлі бұрыштарда өтеді. Қиғаш диапазон жердің центрінен ғарыш кемесі мен қызмет көрсету аймағының шекарасы арасындағы өлшенетін диапазон бұрышына байланысты.

Геостационарлық емес газға негізделген радиотелефон жүйелерінің тиімділігінің негізгі өлшемі ғаламдық байланыс болып табылады. Бұл жағдайда «қосылу» дегеніміз - бір немесе басқа қызмет көрсету аймағында орналасқан абоненттерді қосу және олардың арасындағы үзіліссіз (немесе квазиметриалды) байланыс арнасын қолдау мүмкіндігі. Екі абоненттің де радио көріну аймағында кем дегенде бір жерсерік болса, үздіксіз байланыс қамтамасыз етіледі.

Әлбетте: орбита неғұрлым жоғары болса, жер бетін жаһандық жабуға жерсеріктер аз талап етіледі. Мұнда «қамту коэффициенті» түсінігін анықтау керек. Бұл мән бір мезгілде радиоқабылдау аймағында орналасқан жерсеріктердің санына тең. Көбейту неғұрлым жоғары болса, байланыс соғұрлым сенімді болады.

Егер бірнеше ғарыш аппараты бір уақытта абоненттердің радио көріну аймағында болса, бірнеше байланыс мүмкіндігі қамтамасыз етіледі.

Мысалы, егер кемінде екі ғарыш кемесі жер станциясының аймағында болса, беткі қабат екі есе болып саналады. Орташа биіктіктегі жерсеріктері бар жүйелер үшін бұл жағдай 10-12 ғарыш кемесі болған кезде қанағаттандырылады.

Ғарыштық аппараттары геостационарлық емес орбитада орналасқан, оларда жерсеріктердің жағдайы тұрақты емес, қызмет көрсету сапасы уақыттың параметрлері бойынша анықталады. Олардың ішінде, ең бастысы - байланыс сеансының орташа ұзақтығы, күтудің орташа уақыты (немесе қызметтерді өшіру ұзақтығы) және ақпаратты жеткізу немесе қызмет көрсетуді кешіктіру уақыты.

Мысал ретінде Orbcomm жүйесінің байланыс сеансының параметрлерін қарастырыңыз. Егер 500-ге дейін байланыс сеансының орташа ұзақтығы шамамен 10 минутты құрайды, ал күтудің орташа уақыты 3-4 минутты құрайды, содан кейін ендік ұлғаятын болса, байланыс сеанстарының арасындағы интервалдар да артады - сеанстың ең ұзақ күту уақыты (650 ендікте байқалады). осы ендік бойынша жердегі станциялар оңтайлы радиотүсіру аймағына түспейтіндігі. Бұл шектеуді алып тастау үшін Orbcomm жүйесін жасаушылар спутниктер санына қатысты жүйені құрудың бастапқы тұжырымдамасын қайта қарады: оны 28-ден 48-ге дейін арттыру жоспарлануда.

Қызмет көрсету кідірістеріне келетін болсақ, кідіріс әдетте 250-300 мс аспайтын радиотелефондық байланыс желілерінен айырмашылығы, пакеттік деректер желісіне үлкен мәндер тән. Әдетте олар жеткізу уақыты ретінде бағаланады, яғни. хабарлама соңғы пайдаланушыға жеткізілетін уақыт.

Егер екі қолданушы да ғарыш кемесінің жалпы радиотүсірілу аймағында болса, онда кідіріс аз болады және желілік протоколдармен және коммутациялық жабдықтың параметрлерімен анықталады. Ғарыш кемесіне хабарламаларды жіберу кезінде («пошта жәшігі» режимі) жеткізу уақыты абоненттердің өзара келісуіне байланысты және бірнеше сағатты құрауы мүмкін.

Орбиталық жазықтықтардың құрылымы ғарыш аппараттарының орбиталь тобындағы салыстырмалы жағдайына тәуелді болатын көпсеріктік жүйенің баллистикалық параметрлерін анықтайды. Қазіргі уақытта CCC-де пайдаланылған газдың екі түрі қолданылады - түзетілмейді және түзетіледі.

Түзетілмеген шығарылған газ үшін орбитадағы баллистикалық параметрлер байланыс сеансының күтілетін уақыты орбитаның элементтерін түзетусіз қамтамасыз етілетін етіп таңдалады. Реттелмеген шығарылған газдағы ғарыш аппараттарының көбеюі күту уақытын біршама қысқартады. Мұндай шығатын газдар ғарыш аппараттарының аздығымен, қуатты аз тұтынумен, бағдарлау дәлдігіне қойылатын төмен талаптармен сипатталады. Түзетілмейтін шығарылған газдардың барлық осы ерекшеліктері жеңіл және арзан ғарыш аппаратын құруда шешуші рөл атқарады. Түзетілмеген шығатын газ көбінесе қысқа пакеттерді (Гонец-D1, Орбкомм, Старсис және т.б.) беруге арналған жүйелерде қолданылады.

Түзетілген орбиталық топтау, әдетте, қажет болған жағдайда жер бетінің жаһандық біркелкі жабындысында қолданылады. Оның динамикалық тұрақтылығын орбитаны түзетуге арналған арнайы қондырғы қолдайды. Байланыс сеансын күтудің минималды уақытын қамтамасыз ету үшін, орбита жазықтықтары көтерілетін түйіннің бойымен орналасуы керек, ал спутниктер әр жазықтықта орбитаның бойымен біркелкі бөлінеді. Түзетілген пайдаланылған газдың басты артықшылығы - бұл ғаламдық радиотелефон байланысы желілері үшін өте маңызды, жүйеде спутниктердің ең аз санымен көрсетілген уақыт сипаттамаларын орындау. Ғарыш кемесінің орбитада жұмыс істеуінің бүкіл кезеңінде өзара орналасу дәлдігі өте жоғары болуы керек, өйткені ғарыш кемесінің бір-біріне қатысты орын ауыстыруы қамту аймағында қараусыз аудандардың пайда болуына әкеледі.

Түзетілген пайдаланылған газды пайдаланатын барлық жүйелерде GPS / Glonass спутниктік сигналдарынан орбита параметрлерін анықтау үшін ғарыш кемесінде навигациялық жабдық орнатылған. Бұл пайдаланылған газ параметрлерін өздігінен басқаруға, яғни жердегі ғарыш аппараттарын бақылау станциялары қызметін тек төтенше жағдайлар кезінде пайдалануға мүмкіндік береді. Түзету қарқындылығы ғарыш кемесін орбитада ұстап тұрудың дәлдігіне байланысты. Орбита параметрлерін бақылау дәлдігіне қойылатын ең қатаң талаптар жерсеріктік байланыс желілері бар жүйелерде (Iridium, Teledesic), онда спутниктің жылжуы бүкіл жүйенің дұрыс жұмысының бұзылуына әкелуі мүмкін.

Ғаламдық ОКС-де Жердің бүкіл бетін біркелкі жабуды және «өлі аймақтардың» болмауын қамтамасыз ету қажет, ол үшін ғарыш аппараттарын есептік нүктеде максималды дәлдікпен (± 0,20) ұстау қажет. Есептеулер көрсеткендей, Иридиум сияқты жүйелерде түзету әр 0,5-1,5 айда бір рет қажет болады, бұл мынаны білдіреді: егер ғарыш кемесінің қызмет ету мерзімі 7 жыл болса, қозғалтқыштар шамамен 100 рет қосылады.

Ғаламдық қызмет, егер ғарыш кемесі 900 полюсті орбитаға шығарылса, ұсынылуы мүмкін. Қысқа деректер пакеттерін жіберу үшін бортында электронды «пошта жәшігі» бар бір ғана жерсерік жеткілікті: әр жаңа революцияда ол жаһандық қызметті қолдайтын жер шарының жаңа аймағында пайда болады. Сонымен қатар, бірнеше полярлық орбиталық ұшақтарды пайдалану спутниктердің соқтығысу қаупімен байланысты.

Ғарыш кемесінің полюстермен соқтығысуын болдырмау үшін минималды «жіберіп алмайтын» қашықтықты құрайтын орбиталық жазықтықтар арасындағы бұрыштық аралық қажет. Бұл пайдаланылған газдардың пайда болуындағы қосымша қиындықтарға алып келеді, сондықтан бүгінде 80-860 көлбеу полярлық орбиталар қолданылады.

35.Спутниктік байланыс жүйесіндегі ғарыш сегментін сипаттаңыз

Жерсеріктік байланыс жүйесінің ғарыштық сегменті жер серіктері мен жерүсті жабдықтарынан тұрады, олар телекоммуникацияларды бақылау, телеметрия және тарату (ТТК) және жерсеріктерді материалдық-техникалық қамтамасыз ету функцияларын қамтамасыз етеді.

Пайдалы жүктеме немесе әуедегі қайталаушы деп аталатын спутниктің ішкі жүйесі барлық байланыс релелері мен антенналарды қамтиды.

Кеңістіктік бағдарлау, термиялық басқару, телеметрияны басқару, навигация (GPS / Глонасс қабылдағыштары және т.б.) үшін ғарыш кемесінің негізгі ішкі жүйелерінің қалыпты жұмыс істеуін қолдайтын жабдық жүктеме құрылымына кірмейді, бірақ ғарыш платформасының аксессуарлары болып табылады.

36.Спутниктік байланыс жүйесіндегі ғарыш платформаларын сипаттаңыз

Ғарыш платформасы - ғарыш кемесінің пайдалы жүктемесі (әуе-релелік кешені) орналасқан негізгі бөлігі, қуат жүйесі және әуедегі басқару кешені, ол өзінің белсенді қызмет етуінің бүкіл кезеңінде орбиталық ұшу кезінде ғарыш кемесінің қалыпты жұмысын қамтамасыз етеді.

Борттық басқару кешені бірнеше ішкі жүйелерден тұрады. Олардың бірі ғарыштағы жердің дұрыс бағдарлануы мен тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Күн панельдері мен радио желілерінің тиімді жұмыс істеуі күн панелінің бағытына байланысты (олар әрдайым Күнге бағытталуы керек) және антенна жүйелері (әрқашан Жерге бағытталған).

3.1 сурет - FSS спутнигі (кеңейтілген көрініс). Телеком I

Сондай-ақ, борттық басқару жүйесінде телеметрия жүйесі бар. Телеметрия және телеметрия жүйесі барлық CS жүйелерінің жұмыс режимдерін бақылауға және басқаруға және бұл ақпаратты кіру нүктесіне беруге арналған. Командалық және телеметриялық радио байланыстардағы ақпаратты беру жылдамдығы әдетте бірнеше жүз биттен 100 кбит / с-қа дейін.

Маңызды функцияларды терморегуляцияның ішкі жүйесі орындайды, ол жүктеме жүктемесінің (спутниктік жабдықтың) жылу режимін белгіленген шектерде ұстайды. Борттық жабдықтың жұмыс температурасының әдеттегі диапазоны -20-дан + 500C-қа дейін.

Платформаның негізгі сипаттамалары оның массасы мен өлшемдері, борттық электрмен жабдықтау жүйесінің қуаты (BOT) және белсенді өмір сүру кезеңі (CAC) болып табылады.

Ғарыш алаңының массасы кемінде төрт көрсеткішпен сипатталады:

- бастапқы масса (ұшыру кезіндегі масс) - бүкіл ғарыш кемесінің (ғарыш платформасының) жүктемесі мен жанармай жеткізілімімен бірге массасы;

3.2 сурет - Intelsat VI жер серігі (айналу арқылы тұрақтандыру)

- орбитадағы ғарыш аппараттарының массасы (орбитадағы масса) - ғарыш платформасының түріне байланысты. Егер спутниктің бортына жанармай беруді қажет ететін арнайы қоздыру жүйелері орнатылса, массаны белсенді өмірдің басталуына (өмірдің басталуы) және оның соңына (EOL, өмірдің соңы) да анықтауға болады;

- құрғақ масса (құрғақ масса) - ғарыш кемесінің отынсыз массасы;

- жүктеме массасы - буферлік қуат көздері мен ғарыш алаңында орналасқан антенна бар әуе-релелік кешеннің массасы.

Платформаның белсенді қызметі ғарыш кемесінің оның негізгі сипаттамаларының істен шығуы немесе тозуы (байланыс арналарының өткізгіштігін төмендету және т.б.) бойынша жұмыс істеген уақыты ретінде анықталады.

Hughes Aircraft Systems (АҚШ) американдық компаниясы жасаған ғарыш платформаларының сипаттамалары 3.1 кестеде көрсетілген.

3.1 кесте - GEO жүйелерінің спутниктері

Жерсерік

Базалық платформаның түрі

Орбитадағы ғарыш аппараттарының массасы, кг

Қуат BOT, W

Жалпы өлшемдер, м

Күн батареяларының бұралуы, м

САС, жылдар

Құны, миллион доллар

AMOS 1

(Израиль)

Амос

580

1231

2.3x2 .4x2.1

10.55

10

250

AMSC 1

(АҚШ)

HS 601

1510 ж

3600

2,5х3,5х7,9

20.96

12

182

Инмарсат-3

(Инмарсат)

GE 4000

1200

1670 ж

2.1х1.8х1.7

16.7

13

80-90

Тайком 3

(Тайланд)

Spacebus 3000

2500 (бастап)

5400

1.8x2.3x2.3

25

12

200

N ote - SEP - электрмен жабдықтау жүйесі; САС - белсенді өмір сүру мерзімі.

Салмағы 1500 м-ден асатын күн батареялары бар ғарыш аппараттары ірі ғарыш аппараттарына жатады, мысалы 3.1 кестесіндегі AMC 1. Салмағы мен өлшемі бойынша AMOS 1 KA кішкентай KA-ға жатады.

Спутниктің бортына орнатылған GEO тұрақтандыру құрылғылары өздігінен болуы мүмкін. Геостационарлық спутникті тұрақтандырудың екі негізгі әдісі бар: айналу және триаксиалды немесе тікелей тұрақтандыру арқылы тұрақтандыру.

Айналу арқылы тұрақтандыру - спутниктің жиілігін 80 ... 100 айн / мин жылдамдықпен айналдыруы салдарынан ғарыштағы спутниктің тұрақтандыруының ең қарапайым түрі. Бұл жағдайда айналу осінің бағытымен сипатталатын гироскопиялық қаттылық және бұрыштық позицияның тұрақтануы пайда болады. Спутниктің күйін түзетуді мезгіл-мезгіл іске қосу арқылы жасауға болады, өйткені алаңдаушы факторлар спутниктің айналу жиілігін төмендетеді, айналу осінің бағытына әсер етеді.

Спутниктік құрылымда айналмалы барабан мен айналуға қарсы платформа қолданылған кезде айналмалы оқшаулағыштың екі импульсі көбірек қолданылады, яғни платформаның айналу бағыты барабанның айналу бағытына үнемі қарама-қарсы. Осының арқасында платформа нөлдік жылдамдыққа ие, GEO-да тұрақты позицияны алады.

Үш осьті тұрақтандыру спутниктің әр осіне қатысты бұрыштық күйін бақылау арқылы жүзеге асырылады. Мұндай бақылау үш оське қатысты бұрыштық ауытқуларды тікелей өлшеу нәтижесінде немесе бір уақытта гироскоп пен айналу тұрақтандырғышы қызметін атқаратын кинетикалық моменті бар ұшқыш тәрізді құралдарды қолдану нәтижесінде жүзеге асырылады. Жоғары жылдамдықпен айналатын шыбыншақ спутниктің бір, екі немесе үш осьтерінің гироскопиялық қаттылығын қамтамасыз ете отырып, күн панелінің бағытын сақтауға мүмкіндік береді. Әрқашан GEO-да болатын бұзылулар жағдайында спутниктің тұрақты бағытын сақтау үшін бұл құрылғылар сезімтал элементтермен және датчиктермен жабдықталған.

Ең көп қолданылатыны - гироскопиялық қасиеттерінің арқасында спутниктің бір осін тұрақтандыратын, айналмалы шыбықты спутниктер. Мұндай спутниктердің бағыты шыбынның айналу жылдамдығының өзгеруімен, ұшқыштың айналу осінің тұрақты бағытын сақтау үшін тұрақтандырудың кездейсоқ қолданылуымен бақыланады.

Спутниктің орналасуын басқару жүйесі жер серігі антеннасының (немесе бірнеше антеннаның) радио сәулесін Жердің белгілі бір аудандарында ұстап тұру үшін қажет.

Спутниктің орбитадағы орнын бақылау процесі келесі процедураларды қамтиды: жерсеріктің орнын датчиктермен өлшеу: өлшеу нәтижелерін қажетті мәндермен салыстыру; Қателерді азайту үшін жасалатын түзетулерді есептеу; тиісті түзеткіш жүйелерді қосу арқылы осы түзетулерді енгізу.

Спутниктік роликтер мен кескіндерді алудың бірнеше әдістері бар (тұрақты жерсеріктің айналу осі Жердің осіне параллель). Ку диапазонында қолданылатын және жоғары дәлдікті қамтамасыз ететін спутникті өлшеу және ұстап тұру әдістерінің бірі жер станциясында құрылған және ғарыш станциясының қабылдау антеннасына бағытталған арнайы ұшқыш сәулені қолдануға негізделген. Бұл сигнал әуедегі антенналардың тікелей бағыты туралы ақпарат алу үшін бортқа жазылады және өңделеді. Сонымен қатар, егер пилоттық сигналдар жеткілікті жердегі екі станциядан берілсе, онда тікелей өлшеу радио сәуленің бұрылу қатесін анықтап, содан кейін спутниктің орамы мен шегін жоюға мүмкіндік береді.

Біріншіден, орбитадағы нақты параметрлердің идеалдан ауытқуын тудыратын тұрақсыздандырушы факторларға Ай мен Күннің ауырлығы жатады. Басқа факторлар: гравитациялық градиент (жердің массасының центрінен спутниктің әртүрлі бөліктеріне дейінгі қашықтықтың айырмашылығынан туындаған ауырлық күштерінің айырмашылығы); жердің ауырлық өрісінің пішіні мен біркелкі болмауы; Жердің магнит өрісі; күн радиациясының қысымы; ішкі қозғалтқыштардың, берілістердің, тұтқалардың өтемсіз қозғалыстары. Ішкі күштерден басқа барлық күштер кішкентай болса да, тұрақты әсер етеді. Ішкі крутящий керемет, бірақ қысқа мерзімді.

Жоғарыда келтірілген тұрақсыздандырушы факторлардың әсерінен спутник математикалық орбитада ұша алмайды.

Жер бетіндегі оператордың бұйрығымен GEO-да оның жағдайын тұрақтандыратын кез-келген жерсеріктің бортында қоздыру жүйелері бар. Қажет болған жағдайда серік итергіштерді қолдана отырып, солтүстік-оңтүстік және батыс-шығыс бағыттардағы орбитадағы орнын өзгертеді. Бұл түзету қозғалтқыштарының жұмысына спутниктің бортында белгілі бір жанармайдың болуы.

Кейбір жағдайларда жанармай спутниктің орнын GEO-ға өзгерту үшін қолданылады. Мысалы, ресейлік NTV-Plus француздық TDF 2 спутнигін ұзақ уақыт бойы 19 ° Вт-да жалға алды, өзінің қозғаушы жүйесін қолдана отырып, спутник 36 ° E деңгейіне көтерілді, онда осы компанияның екі HALS жер серігі болды. Нәтижесінде NTV Plus бес бағдарламасының көрермендері 1997 жылдың 1 қарашасынан бастап оларды бір бағытта қарай алады.

Жер бетіндегі бақылау қызметі спутникті керемет орбитада ұстап тұру үшін үнемі жұмыс істемейді (бұл мүмкін емес), бірақ оны қолайлы терезеде қалуы үшін басқарады, яғни геостационарлық орбитадағы белгілі бір бұрыштан аспайды. экватордан жоғары. Радио ережелері қазіргі геостационарлық жерсеріктердің бойлық пен ендік жағдайындағы тұрақсыздығы ± 0,1 ° -дан аспауға кеңес береді. 0,1 ° бұрыш шамамен 74 км қашықтыққа сәйкес келеді.

Спутниктің орбитасын бақылау кезінде позицияны сақтау үшін отын шығынын азайту үшін толеранттылық терезесі толығымен қолданылады. Түзеткіш маневрлер санын азайту үшін күндіз бойлық пен ендік бойынша спутниктердің белгілі бір серіктері мен төзімділік терезесінде белгілі бір жылжуларға жол беріледі. Коперниктің спутнигі сияқты кішігірім шыдамдылық терезесінде аптасына екі апта сайын немесе одан да аз түзетулер қажет.

3.3-суретте кейбір теледидарлық жерсеріктердің GEO-да еуропалық аймаққа таралуы көрсетілген. 36 ° E позициясында үш жерсерік бар: GALS 1, GALS 2 және TDF 2; 19.2 ° E позицияда - алты ASTRA жер серігі (1A ... 1G); 13 ° E-де - ЕШҚАШАН бес жер серігі және бір EUTELSAT II F1 жер серігі.

Маневр жасауда және орбитаны анықтауда сөзсіз қателіктерге байланысты, спутниктер дәл жолдармен емес, фазалармен қозғалады. Осы себепті, қабылдау терезесінде орналастыруға болатын жерсеріктердің саны шектеулі. Бүгінгі технология сізге төрттен алты спутникке дейін 0,1 ° терезеде сенімді ұстауға мүмкіндік береді.

Жерсеріктердің бортындағы өлшеулерді қолдану арқылы олардың төзімділік терезесіндегі саны артады.

Басқару орталығы сонымен қатар салыстырмалы эллиптикалық орбитаның Жердің экваторлық жазықтығына қатысты бейімділігін ескереді. Еркіндіктің бұл дәрежесі жер серіктерін төзімділік терезесінде ұстауды одан да қауіпсіз етеді, өйткені шығыс-батыс бағытта жекелеген туыстық орбиталар орын ауыстырған кезде, спутниктер үнемі қашықтықта тұрады.

Кез-келген жерсеріктің бортында Жерден келген оператордың бұйрығымен орбитадағы орнын тұрақтандыратын қозғағыш жүйелер бар. Спутниктің қызмет ету мерзімі оның қозғалтқыштарына арналған отын көлемімен шектелген.

Спутник түріне байланысты оның «өмірлік белсенділігі» 7-ден 12 ... 15 жылға дейін. Осы кезеңнен кейін жер серігі «зират орбитасы» деп аталатын жердегі отынның қалдықтарында ұшырылады.

3.3 сурет - GEO-дағы теледидарлық жерсеріктердің орналасуы

Электрмен жабдықтау жүйесі. Белсенді қайталағыштар мен басқа құрылғылардың қабылдағыштарының санына байланысты геостационарлық жерсеріктік жабдық 6 ... 7 кВт тұтынады.

AES батареялары әрдайым Күнге қарайды, олардан ешнәрсе жасырын бола алмайды, соның арқасында AES жабдықтары қажетті мөлшерде электр энергиясын алады.

Бірнеше жылдар бойы фотоэлектрлік күн панельдері күн энергиясын электр энергиясына AES электр құрылғыларына түрлендірудің негізгі құралы болды. Түрлендіргіштер қатар өткізгіш параллель қосылыстары күн батареясын құрайтын жартылай өткізгіш фотокеллер болып табылады. Соңғысы жалпы аумағы 20 м2 болатын, 8000 фотокелладан тұратын бірнеше панельдер түрінде орындалады. Күн панельдерінің диапазоны 10-нан 25 м-ге дейін. Бір ауданның қуаттылығы 10 ... 110 Вт / м2 құрайды, орташа тиімділігі = 7 ... 11%, ең жақсы үлгілерде - 15% дейін (теориялық максимум - 25%) ) Әр фотокелл 0,3 ... 0,4 В-қа тең ЭМӨ жасайды.

Жерсерік көлеңкеде болған жағдайда, қуат «буферлік қуат көзі» деп аталатын CS-де орналасқан аккумуляторлармен қамтамасыз етіледі.

Температураны басқару жүйесі жерсеріктік температураны жабдықтың қалыпты жұмыс істеуі үшін қолайлы шектерде ұстайды (-200-ден + 500 ° C-қа дейін). Ғарышта жылу беру негізінен вакуумдағы сәулелену нәтижесінде пайда болады. Спутниктік құрылғылар үшін олардың сыртқы сәулелену радиаторларымен конструктивті байланысы нәтижесінде пайда болады, олардың үнемі жарықтандырылуы жылу берудің қабілетін едәуір шектейді.

Жерсерікке әсер ететін жылу энергиясының сыртқы көздері - бұл Күн мен Жердің жылу сәулеленуі, сондай-ақ Жердің жарықтандырылған бөлігінде шағылысқан күн радиациясы. Бұл эффекттер әр түрлі спектрлік және геометриялық сипаттамаларға ие, сондықтан олар спутник бетінде бірдей сіңірілмейді (қабылданады).

Сонымен қатар, жүктеме, әдетте, жылытылатын (концентрацияланған) жылу шығаратын ішкі жүйелерден тұрады, мысалы, TWT (қозғалмалы толқын шамы), клизондар және т.б. күшті күшейткіштер.

Спутниктік температураны басқару жүйесі қатты жылу өткізгіштік (бериллий, магний) бар жарық беттерін құру үшін қатты орнатылған оптикалық күн шағылыстырғыштарды, арнайы материалдарды, арнайы жылу салқындату әдістерін қолданады.

37.Жерсеріктік байланыс жүйесіндегі борттық эстафета кешені туралы жазыңыз

Ғарыш кемесі орбитаға шығаратын релелік жабдықтардың кешені пайдалы жүктеме немесе әуедегі реле деп аталады.

Әуеайлық-релелік кешеннің (БРТК) құрылымы оның мақсатына немесе аумақтарды қамту деңгейіне (жаһандық немесе аймақтық байланыс), АҚ бортындағы ақпаратты өңдеу әдісі, релелік арналардың саны (қабылдау, беру немесе қабылдау және беру), ақпарат алмасу жылдамдығына, сондай-ақ таңдалған техникалық шешімдерге және қолданылатын технологиялар. БРТС тек қана абоненттік транспондерлерді («тұтынушылық» сәулелерді қалыптастыруға арналған) ғана емес, сонымен қатар фидер және / немесе жерсеріктік желі транспондерлерімен (интеркоммен) қамтуы мүмкін.

Жерсерік аралық желілер сол орбитаның көрші позициясында немесе көрші орбиталарда орналасқан ғарыш аппараттарының арасындағы байланысты қамтамасыз етеді. Ол аз орбиталық жүйелерде (Iridium) жүзеге асырылады.

Жүктің ішкі жүйесі спутник өз міндеттерін орындай алатындай сенімді болуы керек, бұл жүйенің тиісті резервтік мүмкіндіктерін білдіреді. Ғарыш кемесін таңдау және ғарыш кемесінің сипаттамалары мөлшеріне, массасына және қуатын тұтынуға шектеулер қояды. Сондай-ақ, жобалауды, электрмен жабдықтауды, терморегуляцияны, телеметрияны, телеметрияны, қашықтықты өлшеу, позицияны басқару және жұмыс жағдайындағы олардың электромагниттік үйлесімділігін қоса алғанда, басқа спутниктік ішкі жүйелермен теңестіру талаптарын ескеру қажет.

Эстафетаның түрлері

Бортта сигнал өңдеусіз репрессорлар

Негізінен, спутниктік қайталаушылар әртүрлі байланыс сигналдарын қабылдайды, оларды күшейтеді, жиіліктерін түрлендіреді және қайта жібереді.

Ретрансляторларды құруға арналған кең жолақты және арналарға бөлінген. Тіркелген жерсеріктік қызметтегі спутниктік транспондерлердің көпшілігі кең жолақты қабылдағыштар мен кейінгі канал таратқыштарға негізделген.

Әр түрлі радиожиілік каналдарының (радиожиілік) арасындағы қосылыстарға келетін болсақ, қайталағыштардың бір немесе бірнеше тарату сәулелеріне жалғанғанына байланысты екі негізгі жағдай бар.

Қабылданған сигнал тек бір таратушы сәулеге жіберілген кездегі қарапайым жағдайды қарастырыңыз. Қабылдау жолағындағы сигналдар күшейтіліп, тарату жолағына беріледі. Жиілікті түрлендірудің екі түрін қолдануға болады:

- қабылдау диапазонының жиілігін тікелей тарату жиілігіне айналдыратын біртұтас жүйе;

- қосарланған түрлендіру жүйесі, онда қабылданған сигналдардың жиіліктері алдымен ішінара күшейту үшін аралық жиіліктерге, содан кейін қайтадан берілген сигналдардың жиіліктеріне айналады.

6/4 ГГц диапазоны үшін тікелей жиілікті түрлендіретін борттық қайталағыштың құрылымдық диаграммасы 3.4 суретте көрсетілген.

Мұндай қайталағышта жиілікті түрлендіру бір рет жүзеге асырылады. Жиілікті түрлендіру үшін өте тұрақты жергілікті осциллятордан сигнал жеткізілетін араластырғыш (см) қолданылады. Жақшада осы қондырғы ұсынған пайда көрсетіледі. Күшейту екі сериялы күшейткіштермен қамтамасыз етіледі.

3.4 сурет - Борттағы қайталағыштың құрылымдық диаграммасы

тікелей жиілікті түрлендірумен.

Екінші түрге, яғни қосарланған түрлендіруге, кейде келесі артықшылықтарға байланысты артықшылық беріледі:

- үлкен пайдасы бар күшейту жолындағы кері байланысты байланысты ықтимал тұрақсыздықты жояды;

- алынған сигналдардың кросс-модуляциясы немесе гармоникалық компоненттерін және пайдалы сигналдардың жиілік диапазонына түсетін жиілік түрлендіргішінің жергілікті осцилляторын алып тастайды;

- қабылдау мен берудің әртүрлі жиіліктер диапазонында жұмыс жасайтын жүктемелердің арасында ауысу және қиылысу үшін ыңғайлы аралық жиілікті қамтамасыз етеді. Кемшілігі - екі жергілікті осциллятор мен екі жиілікті түрлендіргіш қажет.

Репайтер екі сатыда шамамен 100-110 дБ (мүмкін спутниктерде 120 дБ-ден астам) пайда табуды қамтамасыз етеді: кең жолақты қабылдағыштың төмен пайдасы, содан кейін арналы ішкі жүйеде қуат күшейткіштерінің жоғары деңгейінің жоғарылауы. Электрмагниттік үйлесімділікке (ЭМС) назар аудару керек, өйткені жоғары пайда мен кең жолақты пайдаланады.

3.5 сурет - салыстырмалы деңгейлердің типтік диаграммасы

қайталағышта

а: ауыстырылатын аттенюатор; b: жоғары қуатты беріліс күшейткіші

Бортта сигнал өңдейтін репетиторлар

Қазір бірнеше сәулелерді қолданатын жүйелер қолданылады, мысалы, INTELSAT-IVA және V. Бұл сәулелер тәуелсіз таратуды қамтамасыз етеді. Дегенмен, көбінесе аймағы әртүрлі сәулелермен жабылған пайдаланушыларды қосу қажет. Мұндай жағдайларда бір сәуленің бір арнасы басқа сәуленің төмен түсетін сызығының сәйкес каналына қосылуы керек.

Сандық спутниктік жүйелерде топтық диапазондағы сигналдарды ауыстырып қосуға, қалпына келтіруге немесе өңдеуге қабілетті сигналды өңдейтін борттық транспондерлерді қолдану арқылы сапа мен тиімділікті арттыруға болады. Бүгінгі күні бұл техника коммерциялық жер серіктерінде кеңінен қолданылмаған, бірақ болашақта қолдануды табады.

РЖ ауыстыру

Микротолқынды радиожиілікті коммутациялаудың үш түрін қарастыруға болады:

а) ақпараттық пакеттерді бір РЖ тарату арнасынан екіншісіне ауыстыру;

b) ақпараттық пакеттерді бір бекітілген тар сәуледен екіншісіне ауыстыру;

в) сканерлеудің тар сәулесін бір жер станциядан екіншісіне ауыстыру.

A) әрекетін спутник бортында жылдам жиілікті түрлендіргіштің көмегімен орындауға болады. Ол әртүрлі тасымалдаушы жиіліктерінде жұмыс істейтін жердегі станциялардың өзара байланысын қамтамасыз ете алады.

Пайдалану b) борттық коммутациялық матрица (mdvr-KS) арқылы mdvr сигналдарын циклді қосу арқылы әр түрлі тар сәулелерге қол жеткізетін жер станцияларының өзара байланысын қамтамасыз етеді. Микротолқынды коммутациялық матрица тұрақты сағат көзімен синхрондалған бағдарламаланатын үлестіруді басқару элементімен басқарылады. Желідегі әрбір жердегі станция басқа сәулелерге қол жеткізе алатын жер станцияларымен байланыс орнату үшін өзінің ақпараттық пакеттерінің берілуін спутник бортындағы бағдарламалық қосылыстың реттілігімен синхрондайды.

3.6-сурет - Электр тізбегін ауыстыру арқылы БРТК-нің блок-схемасы

3.6 суретте схемалық түрде көрсетілген әуедегі релелік кешен (BRTC) бортқа демультиплекстелген әр қабылдағыш сәулелерде бір цифрлық ағынның құрылуын қамтамасыз етеді. Демультиплекстеуден кейін N арналары коммутациялық матрицада орнатылған сәулелік аралық байланысты өткізіледі. Сонымен қатар, жаңа спутниктік байланыс желісін құру кезінде ұсынылатын талаптарға байланысты бағдарларды (коммуникацияларды) Жердің командалары арқылы өзгертуге болады.

Берілетін сәулелердің әрқайсысы үшін m ақпараттық арналар қалыптасқаннан кейін, бұл арналар мультиплекстенеді және сәйкес сәуленің тарату жолына түседі. Сипатталған кешен тікелей релесі бар спутниктегі коммутация арналарының түріне жатады.

Сигналдарды қалпына келтіретін репетиторлар

Егер берілетін цифрлық ақпарат спутниктің бортында сигналды қалпына келтіру арқылы қалпына келтірілсе, онда негізгі байланыс төмендегідей маңызды артықшылықтармен қамтамасыз етіледі:

- байланыс жүйесінің қателіктерінің жалпы коэффициенті жоғары және төмен сызықтардағы қателік коэффициенттерінің қосындысы болып табылады және шу-шу деңгейінің жалпы қатынасымен анықталмайды. E.I.I.M. сондықтан жер станциялары мен спутникті азайтуға болады;

- екі сызықты сызықты бұрмалаудың әсері жинақталмайды;

- әр түрлі арналар арасындағы радиожиілік байланысының салдарынан спутниктің бортында пайда болған кедергілерді болдырмайды;

- спутниктің бортындағы сигналдардың модуляциясы сізге амплитудалық модуляцияның компоненттері іс жүзінде жоқ борттық күшейткіштің РЖ сигналдарының кірісіне жүгінуге мүмкіндік береді, сондықтан РФ күшейткіштері сапалық сипаттамалардың айтарлықтай нашарлауынсыз қанықтыру деңгейінде жұмыс істей алады;

- mdvr-KS коммутаторы бар жерсеріктерге топтық диапазондағы схемалар енгізілуі мүмкін; бұл регенерациясыз қолданылуы керек микротолқынды коммутациялық матрицалармен салыстырғанда айтарлықтай артықшылықтар береді (салмақ, мөлшер, қуат тұтыну жағынан); Топтық диапазондағы матрицалар қарапайым логикалық тізбектерден тұруы мүмкін. Жеке жобада жасалған компоненттер қуатты аз тұтынатын және аз мөлшерде жоғары жылдамдықты үлкен матрицаларды жүзеге асыруға мүмкіндік береді;

- бортта брондаудың икемді схемаларын жасауға болады;

- бортқа жүйенің басты сағатын орналастыруға болады, бұл mdvr-KS жүйелердегі сағат жиілігі мен кадрлардың синхрондауын қалпына келтіруді жеңілдетеді;

Бит ағындарын өңдеу

Жерсеріктің бортындағы сандық ақпараттың көмегімен бірнеше жақсы тәжірибені қолдануға болады. Бортта өңдеудің ең тартымды ерекшеліктерінің бірі - бит жылдамдығын конверсиялау. TDMA-CS жүйелері көп қатысатын жер станциялары бар, трафиктің әр түрлі талаптары бар, трафигі аз станциялар, әдетте, төмен тиімділікке ие, өйткені олар жоғары беріліс жылдамдығына арналған, бірақ өз ресурстарын уақыттың аз бөлігінде ғана қолдана алады. Мұндай жағдайда, егер спутник әртүрлі бит жылдамдықтарымен жұмыс істейтін регенерациялық қайталағыштармен жабдықталған болса, айтарлықтай артықшылықтарға ие болады. Әр қатысушы станция өз трафигі үшін ең қолайлы жылдамдықпен жұмыс істейді.

Әр түрлі биттік жылдамдықпен жұмыс істейтін станциялар арасындағы өзара байланыстар спутниктің бортындағы жылдамдықты түрлендіргіштер мен коммутациялық матрицалардың көмегімен жасалады.

Реператорлардың негізгі белгілері

Борттық қайталағыштың жұмыс тиімділігі жұмыс жиіліктерінің диапазонымен, EIRP (изотропты сәулелендірілген қуатпен), Q факторымен (G / T) және жер бетіндегі қуат ағынының тығыздығымен, өткізу қабілеттілігімен және қызмет ету мерзімімен анықталады.

Өткізу қабілеті - ғарыш кемесінің тиімділігін анықтайтын BRTC негізгі интегралды көрсеткіші. Берілетін ақпараттың түріне байланысты әдетте өткізу қабілетін бағалаудың екі критерийі қолданылады. Дауыстық байланыс жүйелерінде бұл бір магистральға түсетін телефонның эквивалентті арналарының саны. Төмен орбиталық пакеттік деректерді беру жүйесінде белгілі бір уақыт аралығында (бір сағат, күніне) бір ғарыш кемесі арқылы берілетін ақпараттың жалпы ағымы.

Ғарыш аппараттарының сыйымдылығы магистральдар санына, олардың энергетикалық параметрлеріне (EIRP және G / T), антенна жүйелерінің сипаттамаларына және спутниктің бортындағы ақпаратқа қол жеткізу және өңдеу әдістеріне байланысты болады.

Борттағы қайталағыштың маңызды сипаттамасы - бұл сандықтар (ағылшын тілінен аударғанда «транспондер» термині «магистраль» терминінің орнына жиі қолданылады). Қайталама магистраль - бұл радио сигналдары белгілі бір жалпы жиілік диапазонында өтетін трансиверлік жол. Әр түрлі жерсеріктердегі жүктердің саны 6 ... 48 аралығында болады. Магистральды өткізу қабілеті де әртүрлі (27; 34; 36; 40; 72; 77; 112; 120 МГц және т.б.).

Ғарыш кемесіндегі қабылданған сигналға әртүрлі магистральдар мен тарату каналдарының өзара әсерін жою үшін жиілік жоспарлары қолданылады. «Горизонт» ғарыш кемесінің магистральдарының жиілік жоспары 3.8 суретте келтірілген.

3.7 сурет - «Горизонт» ғарыш кемесінің жиілік жоспары

EIRP формула бойынша анықталады және ватт (Вт) немесе децибеллватт (dBW) түрінде көрсетіледі

EIRP = RE + GA + hW, dBW

мұндағы RE - таратқыштың қуаты, dBW;

GA - антеннаның өсуі, дБ;

hВТ - толқын өткізгіштің жолының берілу коэффициенті, дБ.

Немесе EIIM = RE \* GA \* hW, W

мұндағы RE - таратқыштың қуаты, Вт;

GA - антеннаны алу;

hВТ - толқындық жолдың берілу коэффициенті.

Әдетте, L / S диапазонында жұмыс істейтін қазіргі заманғы жеке жерсеріктік байланыс жүйелерінің EIRP мәні геостационарлық орбитадағы ғарыш аппараттары бар жүйелер үшін 30-45 дБВт-тан аспайды, орта орбиталардағы ғарыштық аппараттар үшін 20-35 дБВт және ғарыш аппараттары үшін 5-25 дБВт-тан аспайды. төмен орбиталар.

Q фактор. Борттағы қабылдағыштың шуылдың жалпы температурасына антеннаның өсу коэффициентімен (G / T) қатынасы арқылы анықталған сапа коэффициенті келесі формула бойынша анықталады

G / T = 10 журнал (G / T), дБ / К.

Әдетте бұл мән мәндермен анықталған диапазон шегінен шықпауы керек: -12-ден +3 дБ / К дейін. Осы диапазондағы таралу қолданылатын антенналардың мөлшеріне және аз дәрежеде электронды жабдықтың параметрлеріне байланысты болады.

Мысалы, 3.2-кестеде Экспресс ғарыш кемесінің Q факторлары (G / T) көрсетілген.

3.2-кесте - Q факторлары (G / T)

Антенна

Сәуленің ортасындағы G / T, дБ / К

A7 (17 ° x17 °)

-11.5

A8 (5 ° x11 °)

–2,8

Борттағы қайталағыштың қуат ағынының тығыздығы оның электромагниттік үйлесімділігіне әсер етеді, сондықтан ол қатаң реттеледі. Әрбір сәуледе борттық антенналардың сипаттамалары әдетте жер бетінде пайда болған қуат ағынының тығыздығы тұрақты және радиация бағытына тәуелсіз болатындай таңдалады.

Жер бетінде қуат ағынының тығыздығын W (dBW / m2) реттейтін халықаралық ұсыныстар бар. Бұл мәселе электромагниттік үйлесімділік туралы тарауда толығырақ қарастырылады.

Жерсеріктің қызмет ету мерзімі 10 ... 15 жылға жетеді (элементтердің сенімділігі жоғары, икемді және тармақталған резервтік схема).

Антеннаның ішкі жүйесі. Антенналар - спутниктік тапсырмаларды орындауға арналған ерекше ішкі жиынтықтардың бірі. Шектеулі қол жетімді жиіліктер, өткізу қабілетінің жоғарылауы және таралған геостационарлық орбита сигналдарды кеңістіктік және / немесе поляризациялық оқшаулау арқылы жиілікті қайта пайдалану қажеттілігін арттырды. Бір сәуледе және бір поляризациямен берілетін сигналдардағы өткізу қабілеттілігі, әдетте, 6/4 ГГц және 14/11 ГГц диапазондарында да 500 МГц-тен аспайды.

Телеметрия, қашықтан басқару және қашықтық өлшеу жүйелері арнайы антенналарды қажет етеді. Ауыспалы орбитаға ұшыру және ұшыру кезеңінде ғарыш кемесі перигей немесе апогей қозғалтқышын қоспас бұрын айналу арқылы тұрақтандырылған кезде диаграмма түрінде салынған екі қабатты антенналар қажет. Қазірдің өзінде геостационарлық орбитада телеметрия және телеконтрол жүйелері биконикалық антеннада жұмыс істей алады. Алайда, электр қуатын үнемдеу үшін телеметрия мен телеметрия сигналдарын жоғары кіріспен негізгі байланыс антеннасына қосуға болады; бұл жағдайда биконикалық антенна, егер ғарыш кемесі байқаусызда бұрыла бастаса, резерв ретінде қызмет ете алады.

Құрылыстар

Антенна құрылғысы ғарыш кемесінің дизайнына байланысты:

- спутник айналу арқылы тұрақтандырылды.

Айналдыру арқылы спутник тұрақтандырылған жағдайда, антенна ішкі жүйесін орнатуға болатын жер бетіне қарайтын бекітілген панель жоқ.

Жалғыз мүмкін дизайн - айналмалы платформада орнатылған қашықтан сәулелендіргіші бар параболоидтық айна. Іске қосу кезінде айна бүктеледі. Intelsat-VI (3.2 сурет) осы дизайнның мысалы болып табылады;

- спутник үш осьте тұрақтандырылды.

Бұл жағдайда антенна трассасын орнатуға болатын жер бетіне бекітілген бекітілген панель бар. Екі нұсқа мүмкін:

а) мұнара құрылымы

Мастика иррадиаторларды қолдайды. Айна спутниктің Жерге қарайтын жағына орнатылады (мысалы: Intelsat-V - 3.8-сурет). Бұл дизайнның кемшілігі - антеннаның берілістерін таратушы қуат күшейткіштеріне қосу үшін қажет фидердің ұзындығы;

б) Микки Маус құлақтарының дизайны.

Айна спутниктің шығысына немесе батысына орнатылуы мүмкін. Бұл жағдайда сәулелендіргіштерді спутниктің корпусына тікелей бекітуге болады (фидерлердің ұзындығы қысқарады). Жер серігі оны ұшыру кезінде бүйіріне бүктелген айналарды орналастыру тетіктерін қажет етеді.

Eutelsat-P спутнигінің екі ретикулярланған параболоидтар түріндегі антенналар 3.10 суретте көрсетілген.

Антеннаның сипаттамалары

Спутниктік антеннаның негізгі сипаттамалары:

- жабын контуры (сәуленің конфигурациясы);

- радиациялық үлгінің формасы және бүйір лобтарының деңгейі;

- поляризацияның тазалығы;

- қолданылатын қуат;

- РЖ сезімталдығы.

Спутниктен көрінетін қамту аймағы күшейту контурымен анықталады (немесе iso-EIRP).

Мысалы, 2.5-суретте Intelsat 904 (Ku-band Spot 2) көріну диапазоны көрсетілген.

3.8 сурет - FSS спутнигінің дизайны. Intelsat V

Заманауи спутниктер шамадан тыс толып кетпес үшін антенналарды қызмет көрсету аймағының шеңберінде пайдаланады.

38. Жерсеріктің байланыс жүйесінде жер серігін ұшыруды түсіндіріңіз және сипаттаңыз

Жерсеріктік байланыс - бұл жердің жасанды жерсеріктерін, әдетте, мамандандырылған байланыс спутниктерін қайталағыш ретінде пайдалануға негізделген ғарыштық радиобайланыс түрлерінің бірі. Спутниктік байланыс стационарлы да, жылжымалы да болуы мүмкін жер бетіндегі станциялардың арасында жүзеге асырылады (жер үстінде немесе әуе кемесінде орнатылған).

Спутниктік байланыс - бұл қайталағышты өте жоғары биіктікке жылжыту арқылы дәстүрлі радиорелейлік байланыстарды дамыту. Бұл жағдайда оның көрінуінің максималды аймағы жер шарының жартысына жуық болғандықтан, қайталаушылар тізбегіне қажеттілік жоғалады - көп жағдайда біреуі жеткілікті.

Тарихты редакциялау

1945 жылы Wireless World журналының қазан айындағы санында жарияланған «Жерден тыс релелер» мақаласында ағылшын ғалымы, жазушы және өнертапқыш Артур Кларк геостационарлық орбиталарда байланыс спутниктік жүйесін құру идеясын ұсынды, бұл ғаламдық коммуникациялық жүйені ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Кейін, Кларк неліктен өнертабысқа патент бермеді деген сұраққа (бұл мүмкін еді) ол өзінің өмірінде мұндай жүйені енгізу мүмкіндігіне сенбейтінін, сондай-ақ мұндай идея бүкіл адамзатқа пайда әкелуі керек деп есептеді.

Батыс елдеріндегі азаматтық спутниктік байланыс саласындағы алғашқы зерттеулер 1950 жылдардың екінші жартысында пайда бола бастады. Америка Құрама Штаттарында олардың трансатлантикалық телефон қызметтеріне деген сұранысының артуы себеп болды.

1957 жылы КСРО-да бортында радиотехникасы бар алғашқы жасанды жер серігі ұшырылды.

«Эхо-1» жер серігі

1960 жылы 12 тамызда АҚШ мамандары 1500 км биіктіктегі орбитаға үрленетін шарды салды [2]. Бұл ғарыш кемесі Эхо-1 деп аталды. Оның диаметрі 30 м болатын металдандырылған қабығы пассивті қайталаушы ретінде қызмет етті.

Инженерлер әлемдегі алғашқы коммерциялық байланыс Early Bird жерсерікте жұмыс істейді

1964 жылы 20 тамызда 11 мемлекет (КСРО олардың қатарына кірмеген) Intelsat (Халықаралық телекоммуникациялық жерсеріктік ұйым) құру туралы келісімге қол қойды [3]. Ол кезде КСРО-да өзінің дамыған спутниктік байланыс бағдарламасы болды, ол 1965 жылы 23 сәуірде жалғанған кеңестік спутниктік Lightning-1 сәтті ұшырылуымен аяқталды.

1965 жылы 6 сәуірде Intelsat бағдарламасы аясында 50 МГц жолақты өткізу қабілеттілігі бар COMSAT шығарған алғашқы коммерциялық байланыс спутнигі шығарылды, ол 240 телефон байланысын қамтамасыз ете алады [5]. . Белгілі бір уақытта белгілі бір уақытта АҚШ-тағы жер станциялары мен Еуропадағы кабельдік желілермен өзара байланысқан үш жер станциясының біреуі ғана жүзеге асырылуы мүмкін [6].

Intelsat IX спутнигінің өткізу қабілеті 3456 МГц болатын [5].

КСРО-да ұзақ уақыт бойы спутниктік байланыс тек КСРО Қорғаныс министрлігінің мүдделері үшін дамыды. Ғарыштық бағдарламаның жақын болуына байланысты социалистік елдерде спутниктік байланыстың дамуы Батыс елдеріне қарағанда басқаша өтті. Азаматтық жерсеріктік байланыстың дамуы социалистік блоктың 9 елі арасындағы Интерспутник байланыс жүйесін құру туралы 1971 жылдан бастап қол қойылған келісімнен басталды [7].

Спутниктік қайталаушылар

Эхо-2 пассивті байланыс спутнигі. Металлдандырылған үрленетін сфера пассивті қайталаушы ретінде қызмет етті

Зерттеудің алғашқы жылдарында пассивті спутниктік транспондерлер (мысалы, Эхо және Эхо-2 спутниктері) пайдаланылды, олар қарапайым радио сигналдық шағылыстырғыш болды (көбінесе металл немесе полимерлі сфера металдан жасалған), олар бортта ешқандай таратқыш және таратушы жабдықты өткізбеді. . Мұндай спутниктер кең таралмайды. Қазіргі заманғы байланыс спутниктері белсенді. Белсенді қайталағыштар сигналды қабылдауға, өңдеуге, күшейтуге және таратуға арналған электрондық құрылғылармен жабдықталған.

Спутниктік қайталаушылар қалпына келтірілмейтін және қалпына келтіретін болуы мүмкін [8]. Қалпына келтірілмейтін спутник бір жер станциясынан сигнал қабылдап, оны басқа жиілікке ауыстырады, күшейтеді және басқа жер станциясына жібереді. Спутник осы әрекеттерді орындайтын бірнеше тәуелсіз арналарды қолдана алады, олардың әрқайсысы спектрдің белгілі бір бөлігімен жұмыс істейді (бұл өңдеу арналары транспондер деп аталады [9]).

Регенеративті жерсерік қабылданған сигналды одан әрі демодуляциялайды және оны қайтадан модуляциялайды. Осының арқасында тарату кезінде жиналған қателер екі рет түзетіледі: спутникте және қабылдау станциясында. Бұл әдістің кемшілігі - бұл күрделілік (бұл спутниктің бағасы әлдеқайда жоғары), сонымен қатар сигнал берудің кешіктірілуі.

Спутниктік эстафета орбиталарын өңдеу

Орбиталар: 1 - экваторлық, 2 - көлбеу, 3 - полярлы

Спутниктік транспондерлер орналасқан орбиталар үш класқа бөлінеді [10]:

экваторлық

бейім

полярлы.

Экваторлық орбитаның маңызды әртүрлілігі геостационарлық орбита болып табылады, онда спутник Жердің айналу бағытымен сәйкес келетін бағытта Жердің бұрыштық жылдамдығына тең бұрыштық жылдамдықпен айналады. Геостационарлық орбитаның айқын артықшылығы - қызмет көрсету аймағындағы қабылдағыш спутникті үнемі бір нүктеде «көреді».

Алайда, геостационарлық орбита біреу болып табылады және олардың арасындағы «қауіпсіздік аралықтарын» ескере отырып, спутниктердің көлеміне бөлінетін орбитаның шеңберімен анықталған оның сыйымдылығы шектеулі. Сондықтан, мен жеткізгім келетін барлық жерсеріктер мүмкін емес [ақпарат 2393 күнде көрсетілмеген]. Тағы бір кемшілігі - оның биіктігі (35,786 км), бұл спутникті орбитаға шығарудың жоғары құнын білдіреді. Геостационарлық орбитадағы биіктік ақпараттың берілуінде үлкен кідірістерге алып келеді (геостационарлық спутник арқылы бір жердегі станциядан екінші станцияға өту үшін сигналдың шығуы теориялық тұрғыдан 240 мс-тен (жарық жылдамдығымен бөлінген екі орбиталық биіктіктен) аспайды. Сигналды қабылдау нүктесіндегі жер беті электромагниттік энергияның векторының бейімділіктің жер бетіне бейімдеу бұрышы аз болғандықтан, сондай-ақ сигналдың көбею жолына байланысты экватордан полюстерге қарай түседі. және атмосфера мен байланысты сіңіру. Полярлық аймақтарда жер станцияларына қызмет көрсету іс жүзінде қабілетті Сондықтан, геостационарлық жерсеріктік арқылы.

Көлбеу орбита осы мәселелерді шешуге мүмкіндік береді, алайда жерсеріктің жердегі бақылаушыға қатысты қозғалысына байланысты байланысқа тәулік бойы қол жетімділікті қамтамасыз ету үшін бір орбитаға кемінде үш спутникті ұшыру қажет.

Полярлық орбита - көлбеу орбитаның шектік жағдайы (көлбеу 90º).

Көлбеу орбиталарды пайдалану кезінде жер станциялары антеннаны спутникке және оны бақылауға бағыттайтын бақылау жүйелерімен жабдықталған [11].

Геостационарлық орбитада жұмыс істейтін қазіргі заманғы жер серіктер белгілі бір нүктеде ұстап қалудың дәлдігіне ие (ереже бойынша, бойлық пен көлбеу бойынша 0,1 градустан төмен емес [12]); геостационарлық жерсеріктің қабылдау антеннасын бақылау антенна үлгісінің енін тұрақты жердегі спутниктің тербелісімен салыстырған жағдайда ғана қажет болады. Мысалы, Ку диапазоны үшін бұл диаметрі 5 метрден асатын антенналар болып табылады [13]. Кішірек өлшем үшін антеннаны спутниктің тұрған орнына бір рет қою жеткілікті. Алайда, спутниктің авариялық алдын-ала жағдайы болған кезде, оның иесі әртүрлі себептер бойынша спутникті тұрақты жерде сақтау процедурасын өткізбеген жағдайда бақылау әлі де қажет.

39.Спутниктік байланыс жүйесіндегі жер сегментін түсіндіріп, сипаттаңыз

«Жер сегменті» термині жер станциялары құрған жерсеріктік байланыс жүйесінің кез-келген түрдегі байланыс сигналдарын беру және қабылдау үшін пайдаланылатын және жер үсті желілерімен байланыс құрайтын бөлігін білдіреді.

Жер сегментінің негізгі элементі жер станциясы (АП) болып табылады, ол жерсеріктік байланыс желісінің берілісі мен қабылдағышы болып табылады.

Жер сегментінің жабдықтары қамтамасыз етуі керек коммуникациялар мен қызметтердің әр түрлі түрлері нақты міндеттерді орындау үшін қажетті көптеген техникалық шешімдерді алдын ала анықтады.

Жер станциялары мен терминалдардың номенклатурасы өте кең. Бұл әртүрліліктің екі себебі бар:

- әлемдік нарықта спутниктік жүйелерге арналған 100-ден астам ірі байланыс өндірушілері ұсынылған (жеке спутниктік байланыстың пайда болуымен, Alcatel, Ericsson, Motorola, Panasonic және т.б. сияқты ұялы және транкингтік желілерге арналған жабдықты дәстүрлі түрде шығаратын жетекші компаниялар қосылды);

- қызметтердің өте кең спектрі (дауыстық, деректер, видео және т.б.) және әр түрлі мақсаттағы мақсаттар, демек олардың дизайнының әртүрлілігі (стационарлық, портативті, автомобиль, теміржол, теңіз, әуе кемесі).

Сонымен қатар, жер станциялары жер сегментінің құрылымындағы рөлімен ерекшеленеді: магистральдық, VSAT станциялары, сондай-ақ аймақта байланысты қамтамасыз ететін интерфейстер мен үйлестіру станциялары. Байланысты ұйымдастыру әдісіне байланысты жер станциялары бөлінеді:

- тарату жүйелерінің қабылдау станциялары (жеке және ұжымдық пайдалануға арналған теледидарлық тарату стансалары және пейджерлер);

- тарату станциялары (спутниктік тарату жүйелері, маяктар және маяктар);

- қабылдағыш (орталық басқару станциясы, HUB және шлюздерді қоса);

- басқару - ғарыш станциялары қайталағышының жұмыс режимін, жердегі станциялардың желіні ең маңызды параметрлерін: радиация қуаты, жұмыс жиілігі және т.б. сақтауын бақылайтын станциялар;

- спутникті басқару және бақылау жүйесінің жер станциялары - бүкіл ғарыш сегментінің (ғарыш станциясының) жұмысын бақылайтын станциялар.

Бекіткіш станция (шлюз) бірнеше трансиверлік кешендерден тұрады (әдетте кемінде үшеу), олардың әрқайсысында бақылау параболалық антенна бар.

Транссивті кешендер келесідей жұмыс істейді:

- 1-ші комплекс i-ші ғарыш кемесімен байланысқа енеді;

2-ші комплекс i +1-ші ғарыш кемесімен байланысқа енеді;

- содан кейін 1-ші кешен, 1-ші ғарыш кемесінің көрінуінен шыққаннан кейін, i + 2-ші ғарыш кемесімен байланысқа енеді;

- 2-ші комплекс, ғарыш кемесінің i + 1 аймағынан шыққаннан кейін, i + 3-ші ғарыш кемесімен және т.б. қатынасқа түседі.

- 3-ші кешен, әдетте, резервте және қажет болған жағдайда 1-ші немесе 2-ші комплексті ауыстыра алады.

ЖҚ-ны спутниктік қызмет түріне байланысты тағы бір жіктеу: тіркелген - FSS, хабар тарату - RSS немесе ұялы - MSS.

Көп жағдайда ғарыш кемесінің құрылымы мен сипаттамалары осы ғарыш кемесі жұмыс істейтін ғарыш кемесінің орбитасының түріне (GEO, MEO, LEO) және ғарыш кемесінің қайталағыштан қашықтықтың тиісті деңгейіне байланысты болады.

6/4 ГГц және 14 / 11-12 ГГц диапазондары көбінесе тек антенналарының өлшемімен жіктеледі:

- ірі станциялар: антенналар шамамен 33 м-ден 15 м-ге дейін;

- орта станциялар: антенналар шамамен 15 м-ден 7 м-ге дейін;

- кіші станциялар: антенналар шамамен 7 м-ден 3 м-ге дейін;

- VSAT желілері үшін микростанциялар: антенналар 4 м-ден 0,7 м-ге дейін.

40. Спутниктік байланыс жүйесінде АП негізгі сипаттамаларын жазыңыз

АП байланыс желісінің жалпы құрылымдық сұлбасы 4.1-суретте келтірілген.

Станцияға келесі негізгі жүйелер кіреді:

- антенна жүйесі;

-қабылдағыштың аз шу күшейткіштері;

-таратқыштың қуат күшейткіштері;

-байланыс жабдықтары (жиілік түрлендіргіштер және модемдер);

-тығыздау/тығыздалу аппаратурасы;

-жерүсті байланыс желісімен қосылуға арналған аппаратура;

- қосалқы жабдық (басқару және бақылау аппаратурасы, өлшеу жабдығы, қызметтік арна аппаратурасы);

-электрмен қоректендіру аппаратурасы (резервтеу мүмкіндігімен қоректендірудің желілік көзі және үздіксіз қоректендірудің көздері);

-жалпы мақсаттағы инфрақұрылым(барлық үй-жайлар, ғимараттар мен құрылыстар)

Антенный облучатель

Диплексор

Усилители мощности

Малошумящие усилители

Сумматор

Делитель

Повышающий преобразователь частоты

Понижающий преобразователь частоты

Модулятор

Демодулятор

Аппаратура обработки сигнала

Аппаратура уплотнения/разуплотнения

Аппаратура соединения с наземной сетью

Аппаратура электропитания

Аппаратура контроля и управления

Приводы антенны

Приемник системы слежения

Высокая частота

Групповая полоса частот

Промежуточная частота

Сурет 4.1-спутниктік байланыстың типтік БҚ-ның жалпы құрылымдық сұлбасы

АП кіші жүйелері бойынша қысқаша мәліметтерді қарастырайық.

ЗС сапалық көрсеткіштер, демек, станцияға кіретін кіші жүйелердің құны бір-біріне сәйкес болатындай жобалануы тиіс. СҚ қабылдағышының аз шулы күшейткіштері (МШУ) спутниктен өте әлсіз сигнал қабылдау үшін қажет. Қазіргі уақытта тиімді шулы температурасы 45 К 4 ГГц-ке және 11 ГГц-ке 150К болатын КШМ әбден қолайлы болып табылады (сыртқы қоршаған ортаның температурасы кезінде тұрақтандыру режимінде қол жеткізіледі). МШУ әдетте кең жолақты: антенналық диплексордың қабылдау портынан түсетін барлық көтергіштерді күшейтеді. Әдетте резервтік күшейткіш (1+1 резервтеу) орнатылады.

Қабылдау құрылғысы кіріс аз шу күшейткішінің (МШУ) көмегімен сигналдарды алдын ала күшейтуді және оларды аралық жиілікке түрлендіруді жүзеге асырады.Негізгі LC конструкцияларының ерекшелігі - LNA-ның негізгі бөлмеде емес, антенна берілісінің жанында орналасуы, бұл фидер жолындағы шығындарды азайтады және осылайша станцияның сезімталдығын арттырады. С-және Ku-диапазондарында жұмыс істейтін қазіргі заманғы КШМ (жиілік жолағының ені 500 МГц-тен 1 ГГц-ке дейін), эквивалентті Шу температурасы 50-150 К, күшейту коэффициенті 30-40 дБ құрайды. Таратқыштың шығысындағы қуат 1 Вт-ге дейін, теледидар тасушы үшін 1 кВт құрайды. Бұл усилителях қуатын ЗС пайдаланады екі түрдегі СВЧ аспаптары – шамдар жүгіртпе толқын (ЛБВ) және клистроны. Аз сыйымдылықтағы шағын станциялар үшін қатты күшейткіштерді, далалық әсері бар транзисторларда жеткілікті түрде пайдалануға болады. Қазіргі уақытта нарықта бар осы түрдегі күшейткіштердің шығыс қуаты бірнеше Ватты құрайды,бірақ транзисторлардың немесе басқа да қатты денелі аспаптардың параметрлерін жақсарту оларды шағын станцияларда кеңінен енгізуге алып келеді деп күтуге болады. Негізгі қадір-қасиетіне клистронов - жоғары тұрақтылығы және төмен шу деңгейі, уақыт ЛБВ қамтамасыз етеді үлкен (олармен салыстырғанда) өткізу жолағының. Қуаты 0,5-1 кВт күшейткіштерде әдетте ЛБВ, ал неғұрлым қуатты (1-3 кВт) - клистрондар қолданылады.

Ол үшін сигналдар (топтық жиілік жолақтары) және қабылдау кезінде осы сигналдарды бөліп алатын (демодуляциялайтын) сигналдарды бөліп алатын (демодуляциялайтын) жабдық жатады. Байланыс жабдығы жиілікті түрлендіргіштерден, модуляторлардан және демодуляторлардан, сигналды өңдеу аппаратурасынан тұрады. Сигналды өңдеу, атап айтқанда, арналарды уақытша бөлумен көп станциялық қатынауды (МДВР) пайдалану кезінде талап етіледі. Сандық деректер ағынын пішімдеу жүзеге асырылады: тарату жағында бұл жабдық модулятор арқылы жерсерік арқылы жіберу үшін үздіксіз кіріс сандық деректер ағынын түрлендіреді. Бұл деректер МДВР жүйесінің кадрына енгізіледі, ол үшін (буферлік жадтың көмегімен) кадрға енгізілетін қысқа пакеттерден тұратын өте жылдам деректер ағынына айналады. Осылайша, пакеттерді бірнеше мекенжайларға мдчр жағдайында көп адресті тасымалдаушы жұмыс істеп тұрғандай жібере алады. Егер барлық берілістер аналогтық болып табылса да және жердегі желімен интерфейс болса да, топтық жиіліктер жолағы шегінде телефон арналарының (мысалы, бастапқы топтардың) таралуын өзгерту қажеттілігіне байланысты тығыздау/тығыздау операциялары әрдайым талап етіледі. Жерсерік арқылы цифрлық беру кезінде беруге жататын телефон сигналдары немесе жер үсті желісінен келіп түскен стандартты топтық сигналдар қайта топтастырылады және станциядан беру үшін деректер ағынына түрлендіріледі (мысалы, МДВР әдісі бойынша беру үшін пакеттерге топтастырылғаннан кейін). Қабылдау кезінде осы станцияға арналған ағындарды бөлу үшін кері процесс қолданылады (мдвр әдісі бойынша берілген жағдайда корреспонденциялаушы станциялармен берілетін пакеттерден).

Телефония жағдайында жер станциясы әдетте коммутациялық орталық арқылы жер үсті желісімен қосылады. Бұл халықаралық станция жағдайында транзиттік орталық не ұлттық желінің үлкен немесе орташа өлшемді станциясы, не ұлттық желілердің Шағын Жергілікті станциялары жағдайында абоненттік телефон станциясы болуы мүмкін.

Әдетте мұндай қосылу үшін талап етілетін нақты жабдық:

- жер станциясы мен коммутациялық орталық арасындағы жердегі желі. Бұл желіде коаксиалды кабель пайдаланылуы мүмкін, бірақ жергілікті жағдай бойынша радиорелелік желіні жиі пайдалану қажет;

Ұлттық желінің шағын станциялары жағдайында станция мен коммутациялық орталық бір алаңда орналасуы мүмкін,

- эхоподавиторлар (немесе эхокомпенсаторлар) және сигнал берудің әртүрлі перифериялық жабдықтары.

Теледидар жағдайында жер станциясы қосылады:

- бағдарлама қалыптасатын студиямен, беру бойынша функцияларды орындағанда;

- қабылдау функцияларын орындау кезінде жергілікті хабар таратқышпен.

Байланыс әдетте радиорелелік желінің көмегімен жүзеге асырылады. Шағын қабылдау станциялары жергілікті теледидар тарату желісімен тікелей қосылған.

ЗС қосалқы жабдығы мыналардан тұрады: басқару және бақылау аппаратурасынан; өлшеу жабдықтарынан; қызметтік арна аппаратурасынан.

СҚ үздіксіз жұмысы бірінші кезекте электрмен қоректендіру көздерін дұрыс жобалауға байланысты (бұл, әдетте, резервтеу мүмкіндігімен қоректендірудің желілік көзі және үздіксіз қоректендіру көзі (ҮҚК))). Үлкен станциялар үшін ҮҚК қуаты 50-100 кВА жетуі мүмкін.

ЗС жалпы мақсаттағы Инфрақұрылым барлық үй-жайларды, ғимараттарды, құрылыстар мен қызметтерді қамтиды. Оның өлшемдері станция түріне және онда қолданылатын антенналардың санына байланысты.

ЗС негізгі сипаттамаларына жатқызу керек:

а) қабылдау және беру жиіліктерінің диапазондары.

ЗС спутниктік байланыс жүйелеріне бөлінген жиіліктерде жұмыс істейді.

Байланыс жерсеріктік жүйелерінің (СБЖС) жер станцияларының көпшілігі қабылдауға 4 және 11 ГГц және беруге 6 және 14 ГГц диапазондарында жұмыс істейді, бұл C және Ku қабылданған шартты белгілеріне сәйкес келеді.

Радиобайланыстың әртүрлі қызметтері арасында жиілік жолақтарын бөлу мәселелерімен Халықаралық Электр байланысы одағы (ХЭО) айналысады. Қазіргі уақытта жиілік жолақтарының мұндай таралуы 9 кГц-тен 275 ГГц-ке дейін орындалған. Радиоқызметтерден басқа, жиілік жолақтарын бөлу кезінде жер шарын 3 ауданға бөлу көзделеді:

1) аудан 1 (Еуропа, Африка, Ресей, Қазақстан, Моңғолия және т. б.));

2) аудан 2 (солтүстік және Оңтүстік Америка);

3) Аудан 3 (Азия, Океания, Австралия);

б)GA – қабылдау антеннасының күшейту коэффициенті, T – қабылдау трактісінің тиімді Шу температурасы. ЗС үшін қабылдауға мейірімділіктің мәні 20...40 дБ / K шегінде болады;

Сенімділік мынадай формула бойынша есептеледі

GA / T=10 \* lg (GA / T), дБ / К.

в) da антеннасының диаметрі ЗС өлшемдері мен құнын, оның кеңістіктік таңдауын анықтайды.

Диаметр ауқымы өте кең (шамамен 0,45 м-ден 32 м-ге дейін).

Антеннаның диаметрінен басқа, антеннаның поляризациялық сипаттамаларын, бүйір жапырақшаларының сипаттамасын, кососводтың кез келген нүктесіне бағыттауға болатын толық бұрылыс антеннасын немесе анық емес (бағыттаудың шектелген аймағы) немесе қозғалыссыз (геостационарлық ЖҚЖ-мен жұмыс істеу үшін) білу маңызды.

Қазіргі уақытта VSAT (Very Small Aperture Terminal) типті ЗС кең таралған-өте кіші диаметрлі антеннасы бар терминал;

г) тиімді-сәулеленетін изотропты қуат (ЭИИМ) - таратқыштың қуатының көбейтіндісі, толқынды тракттің пәк және антеннаны күшейту.

Әр түрлі СБЖС үшін бұл параметрдің мәндері 50-95 дБВт шегінде болады.

Бағытталу диаграммасының нысаны Қызмет көрсетілетін жер бетінен (жаһандық, тар, профильденген Сәуле және т.б.) "келісілуі" тиіс борттық антенналардан айырмашылығы магистральды СБ антенналарына ұқсас талаптар тән емес, өйткені олар қатаң белгіленген ға бағдарланады.

Антенналардың негізгі параметрлері: күшейту, апертураның тиімді ауданы( ашу), сәуленің диаграммалары мен ені, бүйір жапырақтары, поляризация және Шу температурасы.

Антеннаның Шу температурасы (немесе" антеннаның температурасы") тиісті деңгейде болуы мүмкін

жоғары қайырымдылықты алу үшін жобалау.

ЗС антенналық қабылдау-тарату жүйесі құрамына реф-лектор (айна), сәулелендіру жүйесі, толқынды тракт (ВТ), жетек аппаратурасы бар тірек-бұрылыс құрылғысы және бағыттау аппаратурасы кіреді.

ЗС-да түрлі типті айна антенналары қолданылады. Бұл антенналарда Антенналарды күшейтудің жоғары коэффициенті, бүйірлік жапырақшалардың төменгі деңгейі, жақсы поляризациялық тазалық, төмен шу температурасы және толық кедергілердің жақсы келісілуі қабылдау және беру жиілігінің барлық кең жолағында сақталады. Мысалы, 6/4 ГГц ИНТЕЛСАТ-VI диапазонында антеннаның жалпы жолағы 3,625-тен бастап 6,425 ГГц-ке дейін (дәл 3,625-тен 4,2 ГГц-ке дейін және 5,850-ден 6,425 ГГц-ке дейін) барады.

Ең айналы антенна жүйелері - алдыңғы қоректендірумен параболикалық немесе Кассегрен және Грегори - осесимметриялы болып табылады. Бірақ, әсіресе жоғары сапалы алу үшін шығарылған сәулелендіру құралы бар Антенналарды, яғни неосе - симметриялық шағылыстырғыш жүйе пайдаланылатын Антенналарды (4.1-кестеде көрсетілгендей) пайдалануға болады.

Жоғары сапаға бұл антенналардың көлеңкелеу әсерін сезінбеуі арқасында қол жеткізіледі.

Жер станцияларының антенналарының бүйірлік жапырақшаларының сипаттамалары жерсеріктер арасындағы ең аз таралымды анықтау кезінде негізгі факторлардың бірі болып табылады, демек, ор-бит/спектрді пайдалану тиімділігі.

Т а б л и ц а 4.1 – антенналардың түрлері

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Осесимметричные антенны | | | Несимметричные антенны  (с вынесенным облучателем) | |
| Параболическая | Кассегрена | Грегори | Параболическая | Кассегрена |
| парабол ант | ант Грег | ант Касс | несим1 | несимм2 |
| Используется для небольших ЗС станций (напри­мер, только для ТВ приема) | Используется для средних ЗС станций | | Используется для небольших ЗС стаций(например, только для ТВ приема) | Используется для средних ЗС стан­ций |
| П р и м е ч а н и я 1 - антенно-фидерный тракт и МШУ; 2 - первичный рупор. | | | | |

Жер станциясының құны және оның негізгі пайдалану параметрлері пайдаланылатын антеннаның өлшемдерімен анықталады. Көп антенна диаметрі, соғұрлым оның құны мен өткізу қабілеті.

Мысалы, Intelsat жүйесінде бастапқыда 30 м антенналардың диаметрі және 10lg(G/T)=40,7 дБ/К 4-6 ГГц жиіліктер диапазонында қолданылған. Ға жетілуіне және сәуле шығару қуатының артуына қарай Негізгі көрсеткіштер 16-18 м (антенна диаметрі) және 35 дБ/К (мейірімділік) дейін төмендетілді. Мұндай станцияның бағасы шамамен 8 млн. бірақ антеннаның диаметрі 5 м-ге дейін азайған кезде СБ құны 2 млн АҚШ долларына дейін төмендейді.

41. ИНТЕЛСАТ жүйесінің халықаралық байланыс станцияларын сипаттаңыз.

Жаңа жер станциясын "ИНТЕЛСАТ байланысының жаһандық жүйесіне енгізу үшін, яғни халықаралық трафикке қызмет көрсету үшін мүдделі әкімшілік "ИНТЕЛСАТ жүйесіндегі жер станцияларын қолдануды, мақұлдауды, тексеруді және жұмысын реттейтін рәсімдер"деп аталатын ИНТЕЛСАТ жүйесінің жалпы құжатына жүгінуі тиіс. "Интелсат жаһандық жүйесінде" жұмыс істеу үшін жер станцияларының сегіз стандартты типтеріне рұқсат етіледі, бірақ қарауға және жеке негізде басқа ("стандартты емес") типтері (уақытша жұмыс үшін) қабылдануы мүмкін. ИНТЕЛСАТ жүйесінің техникалық талаптарында станциялардың бұл сегіз түрі А, В, С, D, E, F, G және Z стандарттары ретінде белгіленген.

Әр түрлі стандарттарға сәйкес келетін СҚ негізгі сипаттамалары 4.2-кестеде келтірілген.

Техникалық шарттарда антенна жүйесінің құрамы мен параметрлеріне қойылатын талаптар анықталған.

Тарату антенналық жүйесінің күшейту коэффициенті 52,65 дБ-ден, ал қабылдауға 50,52 дБ-ден аспауы тиіс. Антенналар жүйесі толқынды трактпен бірге қабылдағыш және таратқыш трактілер арасындағы тарауды қамтамасыз етуі тиіс, мұнда Рп – таратқыштың қуаты, дБВт. СҚ таратқыштары бір немесе бірнеше

жұмыс үшін бөлінген оқпандарда көтеруші. Жұмыс жиіліктері пайдаланылатын жүйемен және спутниктермен анықталады. Таратқыштың жұмыс диапазоны-ЗС негізгі сипаттамасы-модулятор мен жиілік түрлендіргішін қайта құру мүмкіндігіне қойылатын талаптарды анықтайды. Жанама сәулеленудің ең жоғары деңгейі негізгі сигнал деңгейінен кемінде 50 дБ төмен болуы, бірақ 100 мВт-тан аспауы тиіс.

Т а б л и ц а 4.2 – Характеристики ЗС различных типов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Стандарт системы Intelsat | Диаметр антенны, м | Диапазон частот, ГГц | Добротность, дБ/К | Сеть, служба |
| A | 30 | 6/4 | 40,7 | Магистральная телефония |
| B | 9…14 | 6/4 | 31,7 | Магистральная телефония |
| C | 16…18 | 14/11 | 41 | Магистральная телефония |
| D1 | 4,5…5 | 6/4 | 22,7 | VISTA |
| D2 | 11 | 6/4 | 31,7 | Магистральная телефония |
| E1 | 3,5 | 14/11 | 25 | Коммерческая |
| E2 | 5,5 | 14/11 | 29 | Коммерческая |
| E3 | 8…10 | 14/11 | 34 | Коммерческая |
| F1 | 4,5…5 | 6/4 | 22,7 | Коммерческая |
| F2 | 7,5…8 | 6/4 | 27 | Коммерческая |
| F3 | 9…10 | 6/4 | 29 | Коммерческая |
| G | 1,2…2,5 | 6/4; 14/11 | 3,7…21 | Internet |
| Z | 4,5…15 | 6/4; 14/11 | 22,7…35 | Национальные службы |

ЗС қабылдағыштары жұмыс үшін бөлінген оқпандарда бір немесе бірнеше оқпандарды қабылдауды қамтамасыз етуі тиіс. 2.6 сурет-оптикалық кабельдің негізгі сипаттамалары: - оптикалық кабель; - оптикалық кабель; - оптикалық кабель; - оптикалық кабель; - оптикалық кабель; - оптикалық кабель; - оптикалық кабель; - оптикалық кабель; - оптикалық кабель; - оптикалық кабель; - оптикалық кабель; - оптикалық кабель; - оптикалық кабель; - оптикалық кабель. Көрші және айна арналары бойынша қабылдағыштың таңдалуы тиісінше 30 дБ және 50 дБ кем болмауы тиіс. Демодулятордың шығу сигналының деңгейі минус 35-тен минус 5 дБм шегінде болуы тиіс.

ЗС модемі G-703 және G-704 ХЭО-Т ұсынымдарына сәйкес түйіспелер бойынша арна құрушы аппаратурамен (КОА) ұштасады. Нормалары оконечную аппаратура-әр түрлі типтегі (транскодер, трансмультип-лексор, кодек) анықталады Ұсынымдарына сәйкес МСЭ-Т.

Ұйымдастырылатын арналардың сипаттамалары халықаралық құжаттардың (ХЭО-Р және ХЭО-Т) талаптарына, мемлекетаралық және мемлекеттік стандарттарға сәйкес болуы тиіс.

42. Аймақтық немесе ұлттық жүйелердің жер станцияларын сипаттаңыз.

Жер станцияларының бірнеше түрі аймақтық және Ұлттық қолдануға арналған. Осы немесе басқа түрдегі таңдау жүйенің жалпы жұмысын ұйымдастыруға және спутниктің байланысқан пайдалы жүктемесінің сипаттамаларына байланысты болады. Әдетте орташа Антенналарды пайдаланатын бұл станцияларды санаттарға келесі белгілер бойынша бөлуге болады:

а) ғарыш сегменті арқылы жұмыс істейтін станциялар - ИНТЕЛСАТ спутниктерінде жалға алынған 6/4 ГГц оқпандары.

Бұл станциялар әдетте в стандартының станцияларына ұқсас (4.2-кестені қараңыз), бірақ келесі айырмашылықтары бар:

-антенна диаметрі Әдетте 7-ден 15 м дейін;

-байланыс режимдері (модуляция және тығыздау әдістері) әртүрлі болуы мүмкін және әдетте бүкіл жүйенің жұмысын оңтайландыру мақсатында таңдалады. Атап айтқанда, телефония әдетте ОКН-ЧМ әдісімен компандирлеу немесе ЧРК-ЧМ (компандирлеу немесе онсыз) беріледі.

Байланыс желісінің беріліс параметрлері мен энергетикалық бюджетін оңтайландырудың нақты нұсқалары көп арналар санын беру үшін орташа өлшемді үнемді жер станцияларын қолдануға мүмкіндік береді.

ИНТЕЛСАТ ұйымынан бекіту оңай болу үшін бұл станциялар жер станцияларындағы ИНТЕЛСАТ жүйесінің жаңа "Z стандартының" техникалық шарттарына жауап беруі ұсынылады.

Z стандартының станциялары 6/4, 14/11 немесе 14/12 ГГц диапазондарында жұмыс істейді. Ұлттық жер станцияларының антенналары кең ауқымда әртүрлі болуы мүмкін, бұл ретте жер станциясының иесіне ең аз талаптар қойылады. Талап етілетін сипаттамалары станцияларының қосылмаған мынадай параметрлері (кестені қараңыз 4.1): максималды э. и. и. м. көтергіш; әдісі модуляция; G/T; күшейту беруге; сапасы арналар.

б) Индонезия ПАЛАПА жүйесі, АРАБСАТ жүйесі және т. б. сияқты бөлінген спутниктік жүйелер шеңберінде 6/4 ГГц диапазондарында жұмыс істейтін станциялар: бұл станциялар да ИНТЕЛСАТ стандарт станцияларына жиі ұқсас. Себебі, жерді жабудың талап етілген шектеулі аймағы бағытталған спутниктік антенналарға жұмыс істейтін жоғары э. и. и. м. оқпандардың болуына мүмкіндік береді. Соның арқасында орташа көлемді антенналармен жабдықталған өте қарапайым жер станцияларына арналардың көп санын жіберуге болады;

в) 14/11 ГГц диапазондарының станциялары: 14/11 ГГц ( 14/12 ГГц) диапазондары өңірлік және ұлттық спутниктік жүйелер үшін кең қолданылады.

ЕВТЕЛСАТ жүйесі тек осы диапазондарды пайдалануға негізделген өңірлік жүйенің үлгісі болып табылады.

43. VSAT жер станцияларын сипаттаңыз.

VSAT (Very Small Aperture Terminal) - шамамен 0,45 антенна диаметрі бар спутниктік байланыс станциясы... VSAT-станция жер үсті пункттері арасында, сондай-ақ деректерді жинау және тарату жүйелерінде ақпарат алмасу үшін пайдаланылады. Сондай-ақ, VSAT типті жер станцияларының желісімен СжС сөйлеуді цифрлық берумен, сондай-ақ сандық ақпаратты берумен телефон байланысын қамтамасыз етеді.

VSAT (Very Small Aperture Terminal) жер станцияларының класына техникалық сипаттамалары өзендердің келесі талаптарын қанағаттандыратын спутниктік байланыс станциялары жатады. ХЭО-Р s. 725 "VSAT техникалық сипаттамалары" [VSAT МСЭ жүйелері мен жер станциялары анықтамалығы, 1994]:

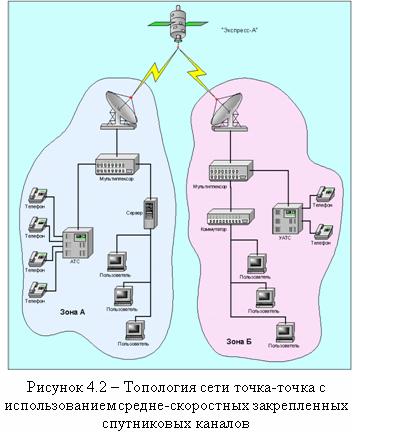
- VSAT станцияларының жұмысын бақылау және басқару желілерде орталықтандырылып жүзеге асырылады, бірақ бақылау мен басқарудың жергілікті станциялық жүйелері қосымша пайдаланылуы мүмкін;

- VSAT станциялары тіркелген жерсеріктік қызметке (ФСС) жатады және радиобайланыс регламентінің талаптарын және МСЭ-Р ұсынымдарын қанағаттандыруы тиіс.;

- VSAT станциялары әдетте тек қабылдау (симплекс) немесе қабылдау/беру (дуплекс) режимінде цифрлық түрде деректерді беру және телефония үшін бөлінген желілерде (жеке, іскерлік) қолданылады);

- VSAT антенналары әдетте 1,8...3,5 м диаметрі бар, бірақ жекелеген жүйелерде үлкен антенналар да (диаметрі 6 м дейін) қолданылуы мүмкін.);

- VSAT станцияларынан ақпаратты цифрлық түрде беру жылдамдығы әдетте 2 Мбит/с аспайды;

- VSAT станцияларында қауіпсіздік мақсатында сәуле шығару қуатын міндетті түрде шектеумен аз қуатты радио таратқыш (әдетте 1-ден 20 Вт-ға дейін) қолданылады.

Қазіргі уақытта VSAT станцияларының желілері көбінесе ФСС 6/4 ГГц және 14/11-12 ГГц жиіліктер диапазондарында жұмыс істейді.

VSAT станцияларының техникалық параметрлері беру кезінде келесі ХЭО-Р ұсынымдарының талаптарын қанағаттандыруы тиіс:

Рек. МӘС-Р s. 726 " VSAT паразиттік сәулеленудің барынша рұқсат етілген деңгейі”;

Рек. МСЭ-Р s. 727 " VSAT үшін Кроссполяризациялық жол айрығы”;

Рек. МСЭ-Р s. 728 " ЭИИМ VSAT осьтік тығыздығының барынша рұқсат етілген деңгейі”;

Рек. МӘС-Р s.729 "VSAT станцияларын бақылау және басқару".

VSAT стансаларының тартымды ерекшелігі олардың жер үсті байланыс желілерінсіз айналып өтуі мүмкін пайдаланушылардан тікелей жақын орналасуы болып табылады.

VSAT типті жерсеріктік станция конструктивтік белгісі бойынша жоғары жиілікті (OutDoor Unit –ODU) сыртқы модульден және төмен жиілікті (InDoor Unit –IDU) ішкі модульден тұрады. Антенналар мен қабылдағыш таратқыштан тұратын ODU модемнен және мультиплексордан (арна құрушы аппаратурадан) тұратын IDU Орнатылатын ғимараттан тыс орналастырылады. ODU және IDU радиожиілік кабелдерімен байланысқан. Олар бойынша жүріп жатыр

аралық жиілік сигналы. Аралық жиілік 70 МГц немесе 140 МГц.

Сыртқы немесе оны кейде жоғары жиілікті блок деп атайды, антеннадан және осы антеннаға Орнатылатын қабылдағыш-таратқыш блоктан тұрады. Қабылдау-тарату блогы төмен жиілікті сигналдың түрленуін, оның күшеюін және "жоғары" берілуін, сондай-ақ жоғары жиілікті сигналды спутниктен қабылдауды, оны аралық жиілік сигналына түрлендіруді және ішкі блокқа беруді қамтамасыз етеді.

Байланыс желілерінің архитек-тур абоненттері арасында трафикті бөлуге байланысты келесі белгілер бойынша ажыратылады: трафик конфигурациясы бойынша және басқару құрылымы бойынша.

"Нүкте - нүкте" желісі бөлінген арналар бойынша екі қашықтағы абоненттік станция арасындағы тікелей дуплексті байланысты қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Мұндай байланыс схемасы арналарды үлкен жүктеу кезінде барынша тиімді (30-40% кем емес).

Мұндай архитектураның артықшылығы байланыс арналарын ұйымдастырудың қарапайымдылығы және олардың әр түрлі алмасу хаттамаларының толық ашықтығы болып табылады.

Сонымен қатар, мұндай желі басқару жүйесін талап етпейді.

Сонымен қатар, VSAT станцияларын құру үшін, сондай-ақ VSAT станцияларын телефондандыру мәселелерін шешу үшін "нүкте-нүкте" типті спутниктік арналарды құру мысалы.

Бір станция телефон желісінің негізгі торабына тікелей жақын орнатылады және Орталық АТС-пен түйіседі, ал екіншісі алыс аймақта орнатылады және жергілікті АТС-пен түйіседі. Қашықтағы станция хабар болуы мүмкін (оның барлық параметрлері орталық торапқа орнатылады және бақыланады).

"Звезда" типті желі VSAT класты абоненттік станцияларымен ССС құрудың кең тараған архитектурасы болып табылады. Мұндай желі Орталық жер станциясы (ЦЗС немесе HUB) мен энергетикалық тиімді схема бойынша қашықтағы перифериялық станциялар (терминалдар) арасындағы көп бағытты радиалды трафикті қамтамасыз етеді: үлкен диаметрлі антеннамен және қуатты таратқышпен жабдықталған кіші ЗС-үлкен ЦЗС.

"Жұлдыз" архитектурасының кемшілігі желі терминалдары арасындағы байланыс кезінде екі рет секірудің болуы болып табылады, бұл сигналдың Елеулі кідіруіне әкеледі. Мұндай архитектураның VSAT желісі айтарлықтай өзара трафигі жоқ қашықтағы терминалдардың көп саны мен фирманың орталық кеңсесі, әртүрлі көлік, өндірістік және қаржы мекемелері арасында ақпарат алмасуды ұйымдастыру үшін кеңінен қолданылады.

Осыған ұқсас қашықтағы абоненттерге қызмет көрсету үшін телефон байланысы желілері құрылады, оларға орталық станция арқылы жалпы пайдаланымдағы телефондық коммутацияланатын желіге шығу қамтамасыз етіледі, ол жерде коммутация орталығына немесе АТС қосылған. "Жұлдыз" типті желіде бақылау және басқару функциялары әдетте орталықтандырылған және Орталық басқару станциясында (ЦУС) шоғырланған. ЦУС желі абоненттері арасында (жер үсті және жерсеріктік терминалдар) қосылыстарды орнатудың және барлық перифериялық құрылғылардың жұмыс жағдайын ұстап тұрудың қызметтік функцияларын орындайды.

Желілерінде типа "звезда", құрылатын ірі операторлары, ресурсқа одой ЦУС берілуі мүмкін бірнеше дербес подсетям VSAT. Бұл шешім экономикалық жағынан тиімді болып табылады, өйткені бір ЦУС/ЦЗС бірнеше миллион доллар тұрады және 10 мың және одан да көп терминалға дейін қызмет ете алады, ал бір клиенттің орташа желісі сирек 100 терминалдан асады.

"Әрқайсысымен" желісінде кез келген абоненттік станциялар арасында тікелей қосылыстар қамтамасыз етіледі ("біркачкалық" байланыс режимі деп аталады).

Талап етілетін дуплексті радиоарналардың саны N x (N - 1) тең, мұнда N – желідегі абоненттік станциялардың саны. Бұл ретте әрбір абоненттік станцияда N - 1 Қабылдау-беру арналары болуы тиіс. Мұндай архитектура қол жетімділігі қиын немесе алыс аудандарда жасалатын телефон желілері үшін, сондай-ақ қашықтағы терминалдардың салыстырмалы аз саны бар деректерді беру желілері үшін оңтайлы.

Сонымен қатар, VSAT-дан екі шағын терминал арасында жұмыс істеу үшін "звезда" желісімен салыстырғанда үлкен энергетикалық ресурстар талап етіледі, "әрқайсысымен бірге" типті желілерде абоненттік станцияларда неғұрлым қуатты таратқыштар мен үлкен диа-метр Антенналарды пайдалану қажет, бұл олардың бағасына елеулі әсер етеді.

Осы топологиялардың әрқайсысы өзінің артықшылықтары мен кемшіліктеріне ие. Нақты жағдайларда әр топологияда жақсы іске асырылатын қызметтердің кең спектрін ұсыну жиі талап етіледі. Сондықтан көптеген желілер аралас топологиялар бойынша салынып жатыр.

Мұндай желіні орталықтандырылған басқару кезінде желіні басқару орталығы (ЦУС) желі абоненттері арасында қосылуды орнату үшін қажетті бақылау мен басқарудың қызметтік функцияларын орындайды, бірақ трафикті беруге қатыспайды. Әдетте ЦУС желінің абоненттік станцияларының бірінде орнатылады, оған ең көп трафик келеді.

Осы орталықсыздандырылған нұсқада желіні басқару ЦУС жоқ, ал басқару жүйесінің элементтері құрамына кіретін әрбір VSAT станциялары.

Тарату жүйесі бар мұндай желілер жоғары "өміршеңдік" және жабдықтың күрделенуі, оның функционалдық мүмкіндіктерінің кеңеюі және VSAT терминалдарының қымбаттауы есебінен икемділігімен ерекшеленеді. Бұл басқару схемасы абоненттер арасында жоғары трафигі бар шағын желілерді (30 терминалға дейін) құру кезінде ғана орынды.

VSAT технологиясы өте икемді болып табылады және ең қатаң талаптарға жауап беретін және кез келген комбинацияда дауысты, бейнені, деректерді беру бойынша қызметтердің кең спектрін ұсынатын желілерді құруға мүмкіндік береді. Көптеген жағдайларда олар жер бетіндегі желілер алдында даусыз артықшылықтарға ие:

төмен өзіндік құн, жылдам өрістету, байланыстың жоғары сапасы, қайта пішін беру қарапайымдылығы, жоғары сенімділік.

VSAT класты терминал желісіне орнату және қосу қанша сағат алады.

VSAT желілері цифрлық ақпаратты берудің дұрыстығын 10\* 10 -7 кем емес,яғни 10 миллион берілген бит ақпаратына бір қатеден артық емес қамтамасыз етеді, бұл шамамен 500 беттік мәтіндік ақпараттың бір қатесіне сәйкес келеді.

Алмасу хаттамаларын ауыстыруды, жаңа терминалдарды қосуды немесе олардың географиялық орналасуын өзгертуді қоса алғанда, желіні қайта жаңарту өте тез жүзеге асырылады. VSAT класының терминалдары 100 мың сағатқа дейін жұмыс істеу барысында сенімділігін қамтамасыз етеді.

VSAT-тың басқа байланыс түрлерімен салыстырғанда танымалдығы корпоративтік желілерді құру кезінде мынадай пайымдаулармен түсіндіріледі: терминалдардың көп саны бар желілер үшін және абоненттер арасындағы едәуір қашықтықтағы пайдалану шығындары жер үсті желілерін пайдалану кезінде қарағанда едәуір төмен.

VSAT жер станцияларының бірнеше түрі бар. Оларды шартты түрде үш ұрпақ бөлуге болады. VSAT-тың әрбір жаңа буынының пайда болуы жаңа технологиялардың пайда болуына, неғұрлым қуатты байланыс жерсеріктерін құруға және жаңа жиілік диапазондарын игеруге мүмкіндік берді.

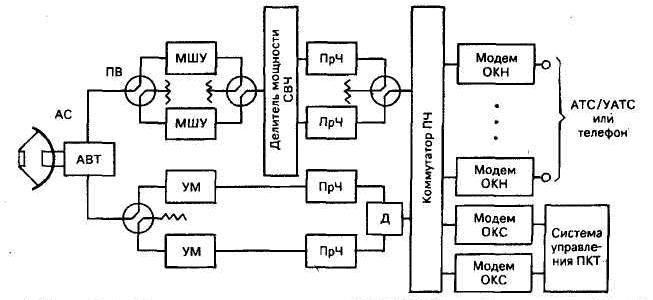
VSAT бірінші ұрпақ жұмыс істеді С-диапазонында және пайдаланылған тек желілерде хабар тарату типті, яғни абоненттік терминалдары ғана қабылдауға ағындары мәліметтерінің ОҚЖ, және режим беру, оның ішінде көзделді. Хабар тарату типті желілер әлі күнге дейін қаржылық және іскерлік ақпаратты, биржалық Мәліметтерді тарату, газет жолақтарын беру үшін, Интернетке асимметриялық қатынау жүйелерінде кеңінен қолданылады. Мысалы, DirecPC Интернетке кең танымал жоғары жылдамдықты қатынау жүйесі, мәні бойынша, спутниктік хабар тарату желісі болып табылады.

VSAT жер станцияларының екінші буыны олар екі жақты (дуплексті) байланысты қолдай алады. Бұл терминалдар деректер алмасу, бөлшек және көтерме сауда желілерімен, филиалдармен және жеткізушілермен байланыс үшін өнеркәсіп кәсіпорындарымен әртүрлі компьютерлік желілерде банк және қаржы ұйымдарымен пайдаланылады. Сондай-ақ, олар Интернетке жоғары жылдамдықты екіжақты қатынауды ұйымдастыру үшін кеңінен қолданылды. Сонымен қатар, VSAT станцияларын байланыс операторлары арасында үлкен көлемді деректер алмасу қашықтағы тораптар арасында бөлінген магистралды арналарды құру үшін пайдаланады. Олардың көпшілігі ku-диапазонында жұмыс істейді, бірақ кейбір елдерде желілерде әлі де С-диапазоны қолданылады.

Диаметрі 1,2 м және одан аз антенналары бар үшінші буын терминалдары кең таралған. Олар трафиктің төмен деңгейімен ерекшеленетін үлкен желілерде қолданылады. Бұл ретте трафик кездейсоқ (тұрақсыз) сипатқа ие. Мұндай терминалдар конструкция бойынша қарапайым, төмен бағамен ерекшеленеді және тек Ku-диапазонында жұмыс істейді.

Соңғы жылдары нарықта мультимедиялық қосымшалар үшін VSAT төртінші буыны пайда болды. Олар Ku-және Ка-диапазондарда жұмыс істейді және секундына бірнеше мегабитке дейінгі жылдамдықты қамтамасыз етеді. Бұл ретте олардың антенналарының көлемі (Ка-диапазонда) шамамен 70 см құрайды.

Орталық жер станциясы телефон VSAT желісі (сурет 4.3) бақылауды және басқаруды жүзеге асырады абоненттік станциялары және қолжетімділікті қамтамасыз етеді абоненттердің телефон желілеріне ортақ пайдалану және жер үсті сандық деректерді беру желілері.



4.3 сурет-VSAT телефон желісінің ЦУС функционалдық сұлбасы:

АВТ-антенналық-толқынды тракт; АС-антенналық жүйе; д-ӨСБ қуатын бөлуші;

ОКН-тасымалдаушыға бір арна; ОКС-сигнал берудің жалпы арнасы;

Қазіргі уақытта VSAT желісінің абоненттеріне мыналар ұсынылады:

қызметтер:

- VSAT желілері абоненттерінің жалпы қолданыстағы телефон желісіне және қалааралық және халықаралық байланыс желісіне шығу үшін мамандандырылған телефон коммутаторларына қол жеткізуі;

- абонентті VSAT желісіне жерде қосу;

– VSAT желілерінің абоненттерінің жалпы пайдаланудағы сандық желілерге (Golden Line, MACOMNET, SPRINT, ASTELIT және т. б.) қолжетімділігі.);

– VSAT абоненттерінің Internet желісіне қатынауы.

44. Жер станциясының параметрлерін өлшеу әдістемесі туралы жазыңыз.

ЗС өлшенетін параметрлерінің тізімі және өлшеуге қатысушылар 4.3-кестеде келтірілген.

Ғарыш сегментін пайдалана отырып және бақылау станциясының (ІҚМ) қатысуымен жүргізілетін ЗС сипаттамаларын тексеру өлшемдері ІҚМ бағдарламасы бойынша жүзеге асырылады. Бұл ретте қызметтік байланыс желілері мен бақылау-өлшеу аспаптары сынақтарды жүргізу басталғанға дейін техникалық талаптарға сәйкес болуы тиіс.

Өлшеу әдістемелерге сәйкес ЗС жабдығына арналған техникалық құжаттамаға сәйкес жүргізілуі тиіс.

Ғарыш сегментін пайдалана отырып және ІҚМ қатысуымен ЗС параметрлерін тексеру өлшемін жүргізу бойынша жұмыстарды жедел үйлестіруді тиісті қызмет көрсету аймағының ІҚМ жүргізеді.

Т а б л и ц а 4.3 – Измеряемые параметры ЗС и участники измерений

|  |  |
| --- | --- |
| Измеряемый параметр | Участники  измерений |
| Затухания в передающем и приемном АВТ | ЗС |
| Добротность приема, G/T | ЗС и КрС |
| Коэффициент усиления антенны ЗС по передаче | ЗС и КрС |
| Диаграмма направленности антенны ЗС на передачу | ЗС и КрС |
| Коэффициент эллиптичности поляризации при передаче для ЗС, работающих с круговой поляризацией | ЗС |
| Затухание сигнала перекрестной поляризации при передаче для ЗС, работающих с линейной поляризацией | ЗС |
| Коэффициент усиления антенны ЗС на прием | ЗС и КрС |
| Диаграмма направленности антенны ЗС на прием | ЗС и КрС |
| ЭИИМ | ЗС и КрС |
| Нестабильность ЭИИМ | ЗС |
| Относительная нестабильность частоты передатчика | ЗС |
| Побочные излучения | ЗС |
| Внеполосные излучения | ЗС |
| Интермодуляционные продукты | ЗС |
| Фазовые шумы передатчика | ЗС |

Ғарыш сегментін пайдалана отырып, жабдықтың сипаттамаларын өлшеу процесіндегі барлық іс-қимылдар СБ-мен қызметтік байланыс арнасы бойынша ІҚМ жедел үйлестірілуі тиіс.

ЗС ғарыш сегментіне қол жеткізу тиісті өңірдің бақылау станциясының рұқсаты бойынша және бақылауымен жүргізіледі.

Тікелей жерсерікке шығу алдында ЗС персоналы қабылдау және беру жабдығын тексеруі, жерсерікке бағыттау координаттарын нақтылауы және станция антеннасын пилот-сигнал бойынша немесе ІҚМ-дан бақылау тасымалдаушысы бойынша дәл бағыттауды жүргізуі, сондай-ақ жұмыс поляризациясы мен тарату мен қабылдауға сынау сигналдарының жиілігін тексеруі тиіс.

Қуаты спутниктік ЗС бастапқы шыққан кезде ЗС персоналы келесі тәртіпті ұстануы тиіс:

-сигналдың жиілігі мен қуатын, таратқыштың шығысындағы жанама және жолақтан тыс сәулеленудің деңгейін бақылау;

-станция антеннасын жерсерікке бағыттаудың дәлдігіне көз жеткізу;

- өлшеу үшін бөлінген жиілік жолағында борттық транспондерден қажетсіз сигналдардың қабылданбауына көз жеткізу;

- жалпы пайдаланылатын арна немесе жалпы жүйелік қызметтік байланыс арнасы бойынша ІҚМ-мен жедел байланыс орнату;

- ІҚМ командасы бойынша қажетті жиілікті және тасымалдау сынау сигналының ЭИИМІН орнату;

- шығуға спутник қуаты командасы бойынша ғана ірі қара мал және бастапқы сәтте деңгейі 10 дБ төмен белгіленген БИСҚ номинал (әдетте 50...55 дБВт);

- ІҚМ бақылауымен тасушының ЭИИМ номиналды мәнін белгілеу;

- жедел персонал барлық өлшеу уақытында ЗС қатысуы тиіс;

-өлшеу аяқталғаннан кейін таратқышты өшіріңіз.

Өлшеулерді жүргізу кезінде өлшеу нәтижелерінің дәлдігі белгілі бір дәрежеде ауа райына, әсіресе Ku диапазонына байланысты екенін ескеру қажет. Өлшеулерді жүргізудің қолайлы шарттары әлсіз жел кезінде ашық аспан жағдайы болып табылады. Басқа жағдайларда өлшеу жүргізу кезінде атмосферада мүмкін болатын қосымша өшуге түзетуді ескеру қажет.

ЗС персоналы пайдаланылатын өлшеу жабдығының ІҚМ ұсынымдарына және/немесе ХЭО ұсынымдарына сәйкес келетінін, метрологиялық қызметпен аттестатталғанын (салыстырып тексерілгенін) тексеруі тиіс.

Өлшеудің қажетті дәлдігін сақтай отырып, қазіргі заманғы өлшеу аспаптарын қолдануға жол беріледі.

Өлшеу жабдықтарының сипаттамаларына қойылатын талаптар 4.4-кестеде келтірілген.

Т а б л и ц а 4.4 - Технические характеристики измерительного оборудования

|  |  |
| --- | --- |
| Технические характеристики | Значение |
| Аттенюатор СВЧ с диапазоном частот | 10,95…11,8 ГГц или 3,4…4,2 ГГц |
| Аттенюатор ПЧ с диапазоном частот | 50…90 МГц |
| Диапазон затухания аттенюаторов | 0…60 дБ |
| Ошибка установки затухания | <± 0,2 дБ |
| Анализатор спектра с частотным диапазоном | 9 кГц…18 ГГц |
| Диапазон амплитуды входного сигнала | 0,01 мВ…1 В |
| Диапазон регулирования ширины полосы частот фильтра на ур.3дБ | 300 Гц…300 кГц |
| Генератор ПЧ с нестабильность частоты в течение 1 секунды | <± 30 Гц |
| Ширина полосы сигнала, содержащая 90% общей мощности | <300 Гц |
| Измерительный передатчик СВЧ с диапазоном частот | 10,95…11,7 ГГц  или 3,4…4,2 ГГц |
| Нестабильность частоты в течение 1 секунды | <± 5 кГц |
| Ширина полосы сигнала, содержащая 90% общей мощности | <10 кГц |
| Диапазон регулировки выходной мощности | 0…10 мВт |
| Вспомогательная антенна СВЧ для C, Ku диапазонов с усилением | 10 . . . 20 дБ |
| Измеритель мощности СВЧ с диапазоном измерения уровней мощности | 1 мкВт…10 мВт |

ЗС жабдықтарының сипаттамаларын тексеру өлшемдері аяқталғаннан кейін сынақ нәтижелері келтірілген ЗС және ІҚМ тарапынан жеке хаттамалар жасалады. Өлшенген параметрлер регламенттің техникалық талаптарымен сәйкес келмеген жағдайда ЗС иесі ЗС қайта сынауға дайындайды.

Тарату (қабылдау) антенналық-толқынды жолда өшу шамасын өлшеу.

ЗС өлшеу аппаратурасының құрамы:

- өшуді өлшеуіш және ксвн панорамалық (рефлектометр));

- волноводный короткозамыкатель.

Для измерений величины затухания в передающем антенно-волноводном тракте (АВТ) собрать схему измерений по рисунку 4.4.



Сурет 4.4-СҚ антенналық-толқынды трактісіндегі өлшеудің құрылымдық сұлбасы

G / T ЗС қабылдаудың беріктігін өлшеу геостационарлық орбитада және бақылау станциясындағы спутниктің көмегімен спектр Талдағышымен жүргізіледі.

Алынған нәтижелердің дұрыстығын растау үшін қабылдау жиіліктерінің диапазонында және аралық жиіліктерде өлшеу жүргізу ұсынылады.

G/T = LFS + LATМ + B + K – ЭИИМSAT/ЗС + (PC – PN)

мұндағы LFS-ЗС бағытында бос кеңістіктегі жоғалтулар, дБ

LFS = 92,45 + 20*lg*S + 20*lg*F;

F-қабылдау жиілігі, ГГц;

S-көлбеу қашықтық, км;

C:\Users\Admin\Local Settings\Temp\Rar$DI14.0516\ГП Космическая связь Регламент.files\42.files\image17.gif

β – угол места ЗС, град.;

LATM-ЗС бағытында ашық аспан жағдайында атмосферадағы шығындар, дБ (11 ГГц үшін 0,2 дБ; 12 ГГц үшін 0,25 дБ);

В-өлшеулер жүргізілетін эквивалентті шулы жиілік жолағы (талдау жолағы), дБГц;

К – -228,6 дБДж/К-дБ-да көрсетілген Больцман тұрақты;

ЗС, дБВт бағытындағы спутниктің ЭИИМЅАТ / ЗС – ЭИИМ спутниктің КС бағытындағы эиим-нің өлшенген мәні бойынша есептеледі

ЭИИМSAT/ЗС = ЭИИМSAT/КС + LКС – LЗС,

мұнда LX, LZС-контурлық шығындар, дБ;

(PC – PN) – қуаттардың өлшенген деңгейлерінің қатынасы;

10*lg* [(сигнал + шум)/шум], дБ.



Сурет 4.5-ЗС G/T қабылдаудың беріктігін өлшеудің құрылымдық схемасы

45. ТВ қабылдау үшін жер станцияларын сипаттаңыз.

Қазіргі уақытта БҚЖ теледидар саласында телевизиялық бағдарламалармен халықаралық алмасу үшін, хабар тарату ұйымдары арасында телевизиялық бағдарламаларды тарату үшін, ретрансляция үшін, кабельдік желілер арасында жерүсті телевизиялық таратқыштарды, сондай-ақ тікелей қабылдауды жүргізуге мүмкіндік беретін тікелей телевизиялық хабар тарату (ҒТВ) үшін пайдаланылады.

Соңғы жылдар ішінде АЖЖ техникасын дамытуда қол жеткен жетістіктердің арқасында теледидар хабарларын жеке қабылдау үшін қолайлы көлемдегі антенналармен салыстырмалы қарапайым және қымбат емес қондырғылар құру мүмкіндігі пайда болды. Сондықтан түрлі елдердің көптеген телекөрермендері ФСС спутниктерінен телехабарлар қабылдау үшін қондырғылар сатып алады. Бұл жағдайда таратқыштары РССС жиіліктерімен (11,7...12,5 ГГц) шектес жиіліктерде жұмыс істейтін ФСС жерсеріктері барынша қызығушылық танытады. 10,7...11,7 және 12,5...12,75 ГГц жиіліктер белдеулері осындай. Осы жиіліктік жолақтар шегінде IntelSat халықаралық спутниктік байланыс ұйымының жерсеріктік таратқыштары, EutelSat еуропалық спутниктік байланыс ұйымы, сондай-ақ Telecom (Франция), Kopernicus (ГФР), Astra (Люксембург) коммерциялық қауымдастықтарына тиесілі жерсеріктер жұмыс істейді.

Теледидар жүйелерінде спутниктік таратқыштармен сәулеленетін телевизиялық радиосигналдар жер үсті орталықтары сәулеленетін сигналдардан едәуір ерекшеленеді. Бейненің жарықтық сигналы көтергіш жиіліктің жиіліктік модуляциясымен спутниктік ретранслятормен беріледі. Сондай-ақ, спутниктік жүйелерде метрлік толқындарда жұмыс істейтін жер бетіндегі теледидардан айырмашылығы, 12 ГГц диапазоны жататын сантиметрлік толқындар диапазонында орналасқан көтергіш жиілікті тікелей телевизиялық хабар таратуды пайдалану ерекшелігі болып табылады. Мұндай жоғары жиіліктерде қабылданған сигналды антеннадан теледидар қабылдағышына жер үсті теледидарында қабылданғандай коаксиалды кабельдің көмегімен беру мүмкін емес. Бұл ерекшеліктер теледидар қабылдағышының немесе жер үсті теледидарын қабылдауға арналған стандартты теледидарға қосымша құрылғының (қосымша құрылғының) схемасын тиісті құруды талап етеді.

Спутниктік теледидардың аналогтық жүйелерінде жарықтық сигналдың модуляциясы қолданылады. АЖМ артықшылығы, сондай-ақ трактінің амплитудалық сипаттамасының сызығына қойылатын жоғары емес талаптар және жоғары ПӘК қол жеткізілетін қанықтыру режимінде спутниктік таратқыштың шығу каскадының жұмыс істеу мүмкіндігі болып табылады.

Тек қана жерсеріктік хабар тарату жүйелерінде қолдануға тап болған өңдеудің тағы бір түрі-басқа байланыс жүйелеріне, бірінші кезекте радиорелелік желілерге кедергілерді азайту мақсатында діңнің жиілік жолағында ТВ сигнал энергиясының біркелкі шашырауын (дисперсиясын) қамтамасыз ететін қосымша төмен жиілікті модуляциялаушы сигналдың таратушы жағында ТД сигналын енгізу . Бейненің жағымсыз сюжеттері кезінде (біркелкі жарықтандырылған өріс) сигналдың барлық дерлік қуаты тар жиілік жолағына шоғырланып, сәулеленетін қуат бойынша норманың бірнеше рет артуына әкелуі мүмкін. Герц бірлігінен он килогерцке дейінгі жиілікпен ара тәрізді немесе үшбұрышты формадағы сигналды қосу сюжетке қарамастан тиімді шашырауға қол жеткізуге мүмкіндік береді. Девиация тасымал сигналы дисперсия байланысты талап етілетін дәрежелі шашырау және таңдалады тең 600 кГц (ұсыныс МККР үшін барлық жерсеріктік ТВ жүйелеріне) дейінгі 4 МГц (денсаулық "Мәскеу").

Қабылдаудағы дисперсия сигналын алып тастауға бейне сигнал деңгейін бекіту сызбасын қолдану арқылы қол жеткізіледі: девиация кезінде 1 МГц артық болғанда қосымша арнайы бақылаушы құрылғылар қолданылады. ЧМ-дан дәстүрлі жүйелерде теледидарды дыбыстық сүйемелдеу сигналы әдетте оның спектрінен жоғары орналасқан, ең жақын жиіліктегі бейне сигналымен бірге беріледі. Қажетті бөгеуілденуге қол жеткізу үшін тарату ең көп таратқыштың жиіліктік модуляциясы әдісімен жүзеге асырылады, ал ең көп таратқыштың жиілігінің девиациясын, әдетте, жер бетіндегі теледидарға қарағанда - 100-ге дейін және тіпті 150 кГц-ке дейін таңдайды. Сонымен қатар, жоғары және 7,0 құрайды...6 МГц, 5,8 бейнесигнал жолағы кезінде 7,5 МГц...5 МГц және 5 МГц жолағында 6,8 МГц...6 МГц жолағында 4,2 МГц жолағында, бұл бейне арнасынан дыбыстық сүйемелдеу арнасына өтпелі кедергілерді азайтуға және сигналдарды сүзуге қойылатын талаптарды жеңілдетуге мүмкіндік береді.

Бейне сигналымен бірге біреуден артық дыбыс сигналын беру қажет болған жағдайда (дыбыстық хабар тарату, шет тілдерінде дыбыстық сүйемелдеу, стереодыбық) бейнесигнал спектрінен жоғары орналасқан бірнеше әкелетін жиіліктер пайдаланылады. Олардың саны айқас кедергілердің пайда болуымен және бейнесигналға келетін тасушының девиация үлесінің азаюынан ТВ сурет сапасының нашарлауымен шектеледі. Іс жүзінде қанағаттанарлық сапамен екі-төрт қосымша сигнал беріледі.

Мысалы, Eutelsat II және Astra еуропалық ИСЗ арқылы ұйымдастырылған спутниктік ТВ арналарында дыбыстық сүйемелдеудің негізгі арнасымен қатар монофондық немесе стереофониялық бағдарламаларды тарату үшін пайдаланылатын төрт жоғары сапалы дыбыстық арналарға дейін қалыптасқан. Тарату 7,02, 7,20, 7,38, 7,56 МГц әкелетін жиіліктерде ЧМ әдісімен жүргізіледі дыбыстық сигнал адаптивті бұрмалауға және компандациялауға ұшырайды (Wegener Panda 1 жүйесі).

Компандирлеу дыбыс сигналдарын берудің кедергіге төзімділігін арттыру үшін қолданылады. Ол дыбыстық сигналдың өзгеруіне сәйкес берілетін сигналдың динамикалық диапазонын қысуды және қабылдаудағы бастапқы динамикалық диапазонды қалпына келтіруді білдіреді. "Басқарылатын" компандерлер, онда бастапқы динамикалық диапазон туралы ақпарат жеке Басқару арнасында (жиілігі 11000±125 Гц) берілетін және бұл ақпарат берілетін сигналда болатын "басқарылмайтын" болады.

Дыбыстық сигналдардың бақыланатын құрамымен каналдың қалдық сөнуіндегі өзгерістердің әсері азаяды және кәдімгі компандер жүйесі тарату каналының ішілік кедергі деңгейін төмендетеді (DVY.K компрессорлық шығысындағы және DVX.E кеңейткіштің кірісіндегі динамикалық диапазоны бірдей және кірістегі сигналдардың динамикалық диапазонымен байланысты). DC / DВХ.Э = β = 1 / α қатынасы бойынша DC арнасының шығысы,

мұндағы β - кеңейту коэффициенті, α - қысу коэффициенті.

Бөгеуілденудің арқасында жеңістер орта есеппен 12-ге жетеді...13 дБ сигнал болған кезде және 20 дБ кідіріс сигнал болған кезде. Басқарылатын компандер "Мәскеу" жүйесінде, басқарылмайтын - "Мәскеу - Ғаламдық"жүйесінде қолданылған.

Бірнеше дыбыстық сигналдарды беру тәсілі айқас кедергілерден неғұрлым тиімді энергетикалық және бос дискретті түрде тарататын беру болып табылады. Жеке арналардың сигналдары сандық түрге айналады және бейне сигналдың спектрінен жоғары орналасқан, әкелетін жиілік фазасы бойынша модуляциялайтын жалпы цифрлық ағынға біріктіріледі (мультиплексацияланады).

Бұл әдіс, мысалы, НТВ Вѕ-3 жапон жүйесінде қолданылады. 5,73 МГц-ті алып жатқан сигналдар, қателерді түзету импульстері, бақылау импульстері ИКМ бар 2,048 Мбит/с жылдамдықпен сандық ағынмен модуляцияланады. Жүйеде 15 кГц жолағы бар төрт дыбыстық арна немесе 20 кГц жолағы бар өте жоғары (студиялық) сапалы екі арна пайда болады.

Бейнесигнал спектрінде дыбыстық сигналдарды беру тәсілі, оларды уақыт ішінде - сәуленің кері жүрісінің интервалында немесе бос жолдарда бөле отырып қолданылады. Қарастырылып отырған әдіс "Орбита" жүйесінде қолданылды, онда ендік-импульстік модуляция көмегімен 10 кГц жолағы бар бір арнаны немесе 6 кГц жолағы бар екі арнаны қалыптастыру қамтамасыз етілді. Дискретті схемотехниканың қазіргі деңгейі әдістің өткізу қабілетін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді. Бұл мүмкіндіктер МАС стандарттарында іске асырылған.

МАС типті жүйелерде жарықтылық пен түстіліктің аналогтық сигналдары уақыт бойынша қысылады және кезекпен беріледі, бұл жарықтылық пен түстілік сигналдарының айқас бұрмалануын болдырмауға, оны төменгі жиіліктер аймағына ауыстыру арқылы түстілік арнасындағы шуды азайтуға, жарықтылық пен түстілік сигналдарының жиілігінің неғұрлым кең жолағы есебінен бейненің рұқсат ету қабілетін арттыруға мүмкіндік береді. Аналогтық сигналды қысу кейбір тактілік жиілікпен сигналды сынамалаумен, санауыштарды сандық формаға түрлендірумен, оларды буферлік жадыда жинақтаумен, жаңа, неғұрлым жоғары тактілік жиілікпен жылдам оқу және аналогтық формаға кері түрлендірумен жүзеге асырылады.

Дыбыстық сигналдар цифрлық нысанға айналады және сәуленің кері жүрісінің интервалында беріледі. Дыбыс сигналының спектріндегі жоғары жиілік 15 кГц құрайды. Дыбыс сапасына қойылатын талаптарға байланысты 14 бит/санау дәлдігімен сызықтық аналог-цифрлық түрлендіру немесе 10 бит/санау дәлдігімен дерлік жылдам компандирлеу қолданылады, кедергіге төзімді екі деңгейлі кодтау қателіктерден тиімді қорғауды қамтамасыз етеді. Әр түрлі нұсқадағы цифрлық ағынның жылдамдығы 352-ден 608 Кбит / с-қа дейін.

Цифрлық хабар тарату жүйелері. Кодтаудың негізгі алгоритмі MPEG стандарт болды. MPEG стандарттарының негізіне қойылған Алгоритм тізбекті процедуралардың белгілі бір базалық жиынтығын қамтиды.

Бастапқы сигнал ретінде RGB компонентті теледидар сигналы пайдаланылады, содан кейін ол YUV сигналына матрицаланады; дискретизация цифрлық стандарттағыдай «4: 2: 2» жарық беру сигналы үшін сағаттық жиілігі 13,5 МГц және түс айырмашылығы сигналдары үшін 6,76 МГц құрайды. Өңдеуге дейінгі кезеңде кодтауға кедергі келтіретін, бірақ кескін сапасы жағынан маңызды емес ақпарат жойылады. Әдетте кеңістіктік және уақытша сызықты емес сүзгілеу қолданылады.

Негізгі компрессияға теледидар сигналының артықтығын жою арқылы қол жеткізіледі. Артықдықтың үш түрі бар - уақытша (екі тізбекті сурет кадрының біреуі екіншісінен аз айырмашылығы бар), кеңістіктік (бейненің едәуір бөлігі бірдей түсті учаскелерді құрайды) және амплитудалық (көздің сезімталдығы бейненің ашық және қараңғы элементтеріне бірдей емес).

Үшін спутниковою теледидар перспективалы, әрине, болып табылады, MPEG2, есептелген өңдеуге кіріс сигналдың чересстрочной разверткой және әртүрлі жылдамдықтары бар цифрлық ағынының (4...10 Мбит/с және одан көп), олардың әрқайсысына белгілі бір рұқсат ету қабілетіне сәйкес келетін. Бұл параметр бойынша стандартта төрт деңгей анықталды: төмен (тұрмыстық бейнемагнитофон деңгейінде), негізгі (студиялық сапа), 1440 элементті жолға және 1920 элементті толық ТВЧ.

20 өткізу қабілеті бар жерсеріктік арнада есептеуге болады...25 Мбит/с-қа беруге болады төрт-бес бағдарламалардың сапасы жақсы, тиісті магистралдық арналар беру бағдарламаларын, немесе 10. .12 VHS стандартының бейнемагнитофонына сәйкес сапасымен бағдарлама.

Құрамдық бөлігі МРЕГ1 және МРЕГ2 стандарттарына сандық ағынның жылдамдығын алты-сегіз есе азайтуға мүмкіндік беретін сандық компрессиясы бар дыбыстық сигналдарды беру алгоритмдері кіреді. Кең қолданылатын әдістердің бірі MUSICAM деп аталды.

DVB стандартында каскадты кедергіге төзімді кодтау қолданылады. Сыртқы код-Рид-Соломонның қысқартылған коды (204.188) С t=8, "қатесіз" қабылдауды (шығудағы қателіктің ықтималдығы 10-10-дан кем) қамтамасыз етеді. Ішкі код-1/2, 2/3, 3/4, 5/6 немесе 7/8 салыстырмалы жылдамдықпен және кодтық шектеудің ұзындығы К=7, декодтау жұмсақ шешімі бар Витерби алгоритмі бойынша жүзеге асырылады. Модуляция түрі - төрт позициялы ФМ.

Қабылдағыш жағында декодер барлық жоғарыда сипатталған операцияларды кері тәртіппен жүзеге асырады, шығу кезінде бастапқы бейнеге өте жақын бейнені қалпына келтіреді.

Жоғары айқындықты теледидар (ТВЧ) деп қолданыстағы стандарттардың көрсеткішінен шамамен екі есе асатын жолдардың санымен және кадр форматымен (кадр енінің оның биіктігіне қатынасы) бейненің берілуін түсінеді 16:9. ТВЧ бейнесінің әрбір кадрында қамтылған ақпарат көлемі әдеттегі теледидармен салыстырғанда бес-алты есе өседі. Жерсеріктік арнада бейне сигналдарын беру төрт позициялы ФМ әдісімен - ЧМ дыбыстық сүйемелдеу сигналының көмегімен жүзеге асырылады.

Жақын арада жер үсті және спутниктік жүйелерде пайдалануға жарамды АҚШ-та ТВЧ ұлттық стандартын қабылдау күтілуде.

Елдердің әр тобының өз ТВЧ стандартын қабылдауы қара-ақ ТВ стандарттарымен және түрлі-түсті теледидар жүйелерімен бұрын болған сияқты халықаралық ТВ алмасуды қиындатуы мүмкін. Соңғы уақытта Халықаралық Электр байланысы одағының қамқорлығымен ТВЧ бірыңғай әлемдік стандартын құру бойынша күш-жігер жұмсауда.

MPEG-2 стандарты бойынша жасалған цифрлық сығу әдістері HDTV-ге толықтай қолданылады және бүгінде олар 20 ... 30 Мбит жылдамдықтағы цифрлық ағынмен HDTV сигналын бере алады, бұл спутниктік өткізу қабілеті 27 ... 36 МГц жиілігімен RF спутнигінің өткізу қабілетіне сәйкес келеді.

"Мәскеу" спутниктік теледидар жүйесі 1980 жылы іске қосылды және геостационарлық орбитада орналасқан "Горизонт" типті бес жерсерікті ("Стационар" халықаралық жіктемесі бойынша) пайдаланды. Координаты 140 з.д. С4 спутнигі Еуропаға қызмет көрсетуге есептелген; С5 координаты 530 в.д. Ресейдің орталық бөлігіне уақыт бойынша 2 сағатқа жылжытумен қызмет көрсеткен; С13 координаты 800 в. д. - Зауралье 6 сағат ығыстырумен; с7 координаты 900 в. д. - Шығыс Сібір 6 сағат ығыстырумен; с7 координаты 1400 в. д. - Чукотку, Камчатка және Сахалин аралы 8 сағат ығыстырумен.

"Мәскеу" жүйесі "Мәскеу" жер үсті қабылдау қондырғыларымен жерсеріктерінен сигнал қабылдауға арналған, кейін қуаты 100 Вт-қа дейін аз қуатты жер үсті телевизиялық таратқыштарға (қуаты 100 Вт-қа дейін) беріледі.

"Жер-Ғарыш" желісі 6 ГГц диапазонында, ал "Ғарыш-жер" желісі 3675 МГц жиілігінде жұмыс істейді. Жерсеріктік таратқыштың қуаты 40 Вт құрайды. Жер қабылдағыш қондырғыларының параболикалық антенналары 2,5 м апертура диаметріне және айналмалы поляризациясы бар сигнал қабылдау үшін қажетті спиральды сәулелендіру құралына ие болады.

4.6-суретте"Мәскеу" қабылдау тірегінің құрылымдық сұлбасы бейнеленген.

ПС

### СМ

### ПУПЧ

УПЧ

### ФПЧ

### ЧД

УУм

### УГ

### ВУ

### ДМ

### ОСЧ

ОСЧ

УНЧ

УНЧ

### Эксп

### Эксп

Рисунок 4.6. -Структурная схема приемной станции

системы ТВ вещания “Москва”

Кіріс-МШУ кіріс сигналы;

ПС-оқпанды жолақ сүзгі;

См-араластырғыш;

УУм-күшейткіш-гетеродин жиілігін көбейту;

УГ-басқарылатын гетеродин;

ПУПЧ-ӨСБ алдын ала күшейткіш;

ӨБ УПЧ-күшейткіш;

ПЧФ-сүзгі ПЧ;

ЧД-жиілік детекторы;

ВУ-бейне күшейткіш;

Бейне шығу бейне;

Сигн. дисп. – жолақтық сүзгі көмегімен бөлінген дисперсия сигналдары (жиілігі 2Гц үшбұрышты формадағы сигнал) 70мгц өзгермейтін аралық жиілігін сақтау үшін гетеродин жиілігін басқарады; мәні бойынша, осылайша, радиосигналдың энергетикалық спектрін теңестіру және ЭМС проблемаларын жеңілдету үшін тарату жағына енгізілген дисперсия сигналдары қабылдау жағында алынып тасталады.;

ДМ-қуат бөлгіші;

ОСЧ-жиілігі бойынша кері байланысы бар шекті төмендететін демодулятор (4...5 дБ-ға ӘЧ шегін төмендету);

УНЧ-күшейткіш NЧ;

Эксп-экспандер, басқарылатын компандердің құрамдас бөлігі;

ЗВ-ТВ дыбыстық сүйемелдеу арнасының шығуы (1кл.);

РВ – радиохабар арнасының шығуы (1кл.).

"НТВ-Плюс" спутниктік теледидар жүйесі Ресейде тікелей қабылдау шынайы спутниктік теледидар жүйесі болып табылады.

1994 жылдың қаңтар және 1995 жылдың қараша айларында геостационарлық орбитаға "Галс-1" және "Галс-2"түріндегі телевизиялық ретрансляцияның жерсеріктері шығарылды. Осы жерсеріктерде орнатылған таратқыштардың қуаты тиісінше 85 және 45 Вт құрайды.

Көрсетілген жерсеріктер арқылы "НТВ-Плюс" хабар тарату компаниясы телевизиялық тақырыптық бағдарламаларды ретрансляциялау жүргізеді.

Олардың трансиверлерінің таратқыштары 11,91928 ГГц (кең Сәуле) және 11,76584 ГГц (тар сәуле) жиіліктерінде жұмыс істейді. Жер бетінен арнайы командалар бойынша спутниктің антенналары сол немесе басқа таратқышқа коммутациялануы мүмкін, сондай-ақ олардың сәуле шығару бағытын жалға алушының тапсырысы бойынша сол немесе басқа аймаққа өзгертуі мүмкін.

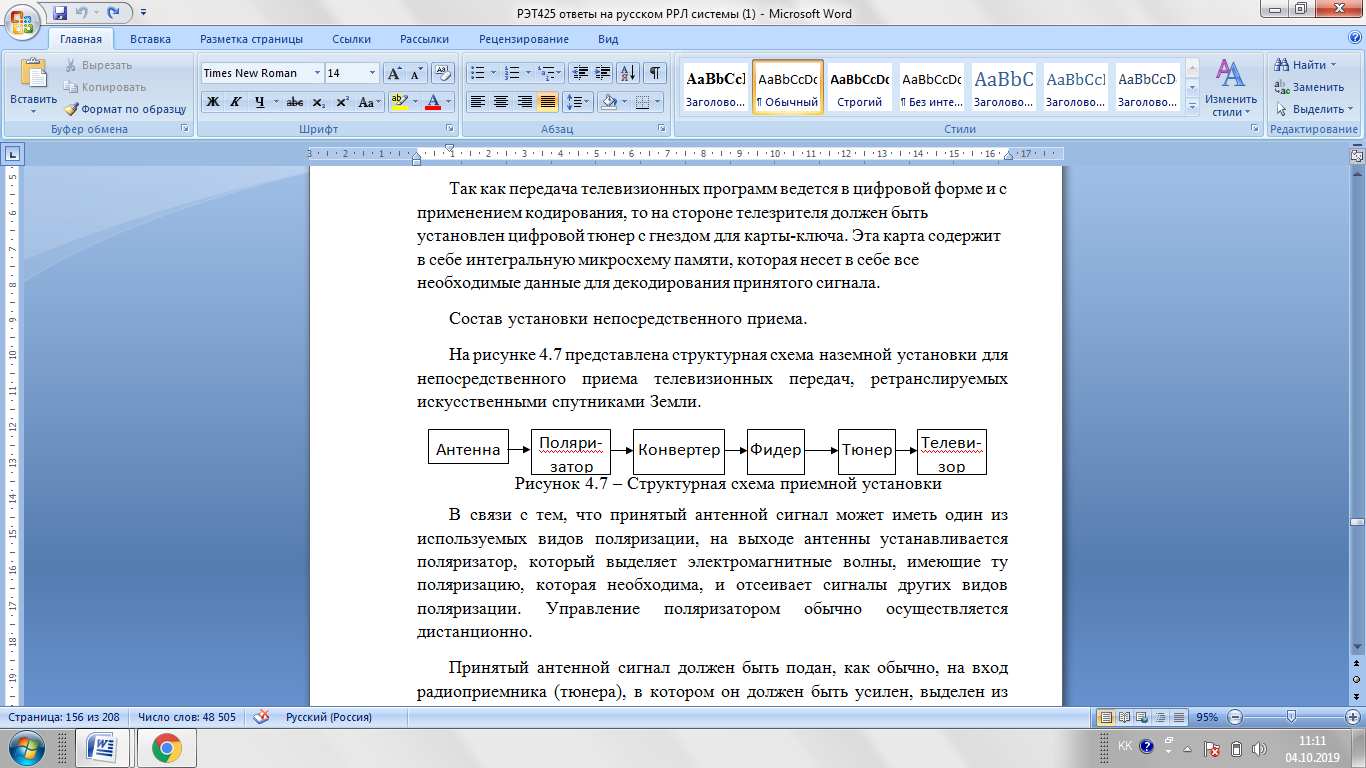
1999 жылы" НТВ-Плюс "TDF-2 Француз спутнигін жалға алып, оны бұрынғы 19\* з.д. позициясынан"Галс" спутниктері орналасқан 36\* в.д жаңасына ауыстырды. Бұл жерсерік 11,881, 12,034 және 11,804 ГГц жиіліктері бар үш транспондерді қамтиды.

2000 жылдың 25 мамырында хабар тарату аймағын кеңейтуге мүмкіндік берген тағы бір Eutelsat-W 4 спутнигі орбитаға шығарылды. Ол Ресей, Белоруссия және Украинаның Еуропалық бөлігіне қызмет көрсетеді. Ол әрбір 33 МГц-тен жиіліктер жолағы бар 8 транспондерді қамтиды, оның ішінде 6 теледидар бағдарламаларын сандық түрде тарату үшін пайдаланылатын болады. Әрбір ретранслятор 8 бағдарлама бойынша тарата алады. Eutelsat-W 4 19 ретрансляторлардан тұрады, бұл 100-ге дейін телевизиялық бағдарламаларды, көбінесе сандық формада таратуға мүмкіндік береді.

Теледидар бағдарламаларын беру сандық нысанда және кодтауды қолдана отырып жүргізілетіндіктен, онда телекөрермендер жағында кілт-картаға арналған ұясы бар сандық тюнер орнатылуы тиіс. Бұл карта қабылданған сигналды кодтау үшін барлық қажетті деректерді алып жүретін интегралды жады микросхемасын қамтиды.

Тікелей қабылдау қондырғысының құрамы.

4.7-суретте Жердің жасанды серіктерімен ретрансляцияланатын теледидар хабарларын тікелей қабылдау үшін жерүсті қондырғысының құрылымдық сұлбасы көрсетілген.



Сурет 4.7-қабылдау қондырғысының құрылымдық сұлбасы

Осыған байланысты, қабылданған антенна сигнал болуы мүмкін бірі пайдаланылатын түрлерінің поляризация, шығу антенна орнатылады поляризатор, ол бөледі электромагниттік толқындар бар, ту поляризацию, ол қажет, және отсеивает сигналдар басқа да түрлерін поляризация. Поляризаторды басқару әдетте қашықтықтан жүзеге асырылады.

46. Спутниктік байланыс жүйесіндегі ғарыш қызметтерінің жоспарлары туралы жазыңыз.

Халықаралық Электр байланысы одағына кіретін байланыс әкімшілігінің ғарыш кеңістігін игерудің басында Байланыс және радиохабар тарату үшін геостационарлық орбитаны пайдалану жолдары туралы ойланды және әлем елдерінің әртүрлі Технологиялық даму деңгейін ескере отырып, осы орбитаға барлық елдердің әділ қол жеткізуін қамтамасыз ету үшін геостационарлық орбитаның жекелеген учаскелері сияқты кейбір жиілік ресурсын резервтеуді көздеген жөн.

Әртүрлі жердегі байланыс қызметтері үшін бірнеше рет пайдаланылған осындай резервтеудің тексерілген тәсілі байланыс технологиясының жетістіктері мен әкімшіліктердің сұратуларын ескеретін тиісті жоспарларды әзірлеу болып табылады (ақылға қонымды шектерде). 1977 жылы радиохабар жерсеріктік қызметінің бірінші Жоспары пайда болды. 80 жылдардың басында жерсеріктік радиохабар қызметімен қатар тіркелген жерсеріктік қызмет (ФСС) белсенді дамыды, сондықтан әкімшіліктер, Халықаралық Электр байланысы одағының мүшелері РСС жоспарына қосымша ФСС жоспарын әзірлеу қажеттілігі туралы қорытындыға келді.

5.1 СБЖ жоспары

Жоспардың бастапқы нұсқасы 1 және 3 аудандар үшін ВАКР-77, ал 2 аудан үшін 12,2 - 12,7 ГГц жиілік жолағында РАКР - 83 қабылданды.

1 және 3 аудандарға арналған жоспар 20 жылдан кейін ВРК-97 (Швейцария, Женева), содан кейін келесі ВРК - 2000 конференциясында (Түркия, Стамбул) қайта қаралды. Шын мәнінде, бұл жоспар екі бөліктен тұрады: ғарыш – Жер сызықтарының жоспары және Жер – Ғарыш сызықтарының жоспары (фидерлік сызықтардың жоспары).

1 – ауданда 11,7 – 12,2 ГГц жиіліктер белдеулерін қамтитын 1 және 3 – аудандар үшін (ғарыш-Жер) жоспар 1-ауданда 3-ауданда 11,7-12,2 ГГц жиіліктер белдеулерін қамтитын, жерсеріктер орбитада біркелкі бөлінген (әдетте әрбір 6º сайын), әрбір радиохабар қызмет көрсету аймағында арналардың тең санының болуын қамтамасыз ете отырып, толық априорлы жоспар болып табылады. Бұл ретте барлық жиілік жолағы ені 27 МГц 40 жиілік арнасына бөлінген.

Әрбір арнаның тасымалдау жиілігінің мәнін мына формула бойынша анықтауға болады

11708,30 + 19,18× n

N-арна нөмірі.

1 және 3 аудандар үшін СБЖ жоспарында спутниктерді 73 орбиталық позицияға шығару көзделген:

W: 0,80; 1,00; 1,20; 4,00; 7,00; 12,80; 13,00; 13,20; 18,80; 19,20; 24,80; 25,00; 25,20; 30,00; 33,50; 36,80; 37,00; 37,20; 160,00; 178,00;

E: 4,80; 5,00; 9,00; 11,00; 16,80; 17,00; 17,20; 20,00; 22,80; 23,20; 28,20; 29,00; 33,80; 34,00; 34,20; 36,00; 37,80; 38,00; 38,20; 42,00; 42,50; 44,50; 50,00; 52,50; 56,00; 56,40; 62,00; 68,00; 74,00; 80,20; 86,00; 88,00; 91,50; 92,20; 98,00; 104,00; 107,00; 109,85; 110,00; 116,00; 121,80; 122,00; 122,20; 128,00; 134,00; 140,00; 146,00; 152,00; 158,00; 164,00; 170,00; 170,75; 176,00.

ГО-да ДСБ номиналды позициясынан және берілген жиілік арналарының нөмірлерінен басқа жоспарда тіркелген:

- Борттық таратқыштың ЭИИМІ;

- сәулелену класы;

- БР антенналарының параметрлері (күшейту, поляризация, көздеу нүктесі, сәуле параметрлері және т. б.)

Қазақстан Республикасы үшін жиіліктік беру:

KAZ 06600-сәуле нөмірі

- орбиталық позиция 56,40 E;

- арналар нөмірлері 1; 3; 5; 7; 9; 11; 13; 15; 17; 19;

- келу нүктесі 65,73 E; 46,40 N;

- сәуле параметрлері (4,58 º / 1,76 º / 177,45 º);

- CR поляризациясы (оң айналмалы);

- антеннаны күшейту коэффициенті БР 35,38 дБ;

- ЭИИМ БР 58,9 дБВт;

- 27М0G7W сәулелену класы

мұнда 27М0-27 МГц сәулелену жолағының ені;

G-негізгі көтергіштің модуляциясы (фазалық));

7 - негізгі тасымалдаушыны модульдейтін сигналдың сипаты (сандық немесе квантталған ақпараты бар екі және одан да көп арналар));

W-берілетін ақпараттың түрі (ақпараттың әртүрлі түрлерінің үйлесімі).

1 және 3 аудандар үшін жоспардың фидерлік желілері 14,5 -14,7 ГГц (тек Еуропадан тыс әкімшіліктер үшін) және 17,3 – 18,1 ГГц ерекшеленетін жиілік жолақтарын пайдаланады.

5.2 ФСС жоспары

Дүниежүзілік ФССС жоспары ВАКР-88 іске қосылды. Бұл ретте әрбір әкімшілікке екі диапазонда 800 МГц жиілік жолағы бөлінген:

- 6 ГГц (6,725 – 7,025 ГГц) – жоғары сызық (фидер желісі); 4 ГГц (4,500 – 4,800 ГГц) – төмен сызық (C-band);

- 13 ГГц (12,75 – 13,25 ГГц) – жоғары сызық (фидер сызығы); 10 – 11 ГГц (10,70 – 10,95 ГГц және 11,20 – 11,45 ГГц) - төмен сызық (Ku – band).

ФСЖ жоспары екі бөліктен тұрады:

- А бөлігі: ұлттық бөлінулер, оларға сәйкес әрбір әкімшілік кем дегенде бір жиілік бөлінісі (орбиталық позицияға қол жеткізе отырып, 800 МГц);

- B бөлігі: жоспар әзірленген күнге дейін ХЭО-да мәлімделген жоспарланған жолақтарды пайдаланатын желілер енгізілген ("қолданыстағы жүйелер").

Қазақстан Республикасының СҚҚ жоспарының а бөлігінде бөлінбейді, бірақ оны ала алады. Бұл үшін ХЭО радиобайланыс бюросына келесі ақпаратпен сұрау салу қажет:

а) ұлттық аумақты қамтитын эллипсті анықтау үшін 10-нан аспайтын бақылау нүктелері үшін географиялық координаттар;

б) әрбір бақылау нүктесі үшін теңіз деңгейінен жоғары биіктік;

в) белгіленген орбиталық позициядан басқа талаптар.

47. Спутниктік байланыс жүйелерін жобалау туралы жазыңыз.

Бастапқы деректер:

-қажетті қызмет көрсету аймағы (аумақ немесе жеке нүктелер));

-байланыс жүйесінің өткізу қабілеті (6...7-ден 20...25 жылға дейін жүйенің жұмыс істеу уақытында қажеттіліктердің ықтимал өсуін көздеу қажет), бұл жерде берілетін ақпарат түрлерінің тізбесі және тарату сапасына қойылатын талаптар, хабарламаларды құпияландыру бойынша қосымша талаптар болуы тиіс.;

-байланыс арналарының сенімділігі (және осыған байланысты СБЖС және СБЖ резервтік жабдықтың қажетті көлемі, СБЖ саны);

-егер жаңа ЖҚЖ әзірлеу талап етілмесе, пайдаланылатын ЖҚЖ немесе оның діңдерінің (Эжим, жиілік жолағы және т. б.) параметрлері;

- жаңа ЖҚЖ әзірлеу кезінде шекті масса және КС габариттік өлшемдері беріледі, борттық ретрансляторға, орбитада ЖҚЖ ұстау дәлдігіне қойылатын талаптар қойылады;

-жүйені іске асырудың рұқсат етілген мерзімі анықталады;

- жүйе құрудың ең жоғарғы рұқсат етілген құны анықталады.

Жүйені жобалау тәртібі:

- таңдау орбитаның ЖЖС;

- ГСО-да ИСЗ тұру нүктесін таңдау;

- ШЖС борттық антенналарының параметрлерін есептеу (сәуле параметрлері қажет: көздеу нүктесі, сәуленің бұрыштық өлшемдері, орбитаның жазықтығына қатысты бағдарлау, арнайы форманың сәулеін пайдалану мүмкін), антенна сәулесін ашудың белгілі бұрыштарында борттық антеннаны күшейтуді анықтауға болады.

GКС = 44,4 – 10 lg α1 – 10 lg α2,дБ

бұл жағдайда α1, α2 -антеннаның сәулеленуін ашу бұрыштары, градустар.

және баламалы изотропты сәулелену қуаты:

ЭИИМ = РКС × h ×GКС, Вт

мұндағы РКС-КС таратқышының қуаты, Вт;

η -толқынды трактінің берілу коэффициенті;

GКС-КЖ антеннасын күшейту коэффициенті.

Ұсыныстары бар оңтайлы арақатынасы арасындағы қуаты мен өткізу жолағы оқпан кезінде жолақ оқпан 35...40 МГц жүйесі үшін дуплексной байланысты оның қуаты (ӨҮК×η) болуы тиіс 5...20Вт; БИСҚ=23...31дБВт кезінде беріктілік ЗС 25...39 дБ/K (егер беріктік төмендетуге қажет барабар ұлғайту БИСҚ).

Таңдалған ЭИИМ мәні бойынша жер бетінде жасалатын қуат ағынының тығыздығын анықтауға болады

W=10lg[ЭИИМ/(4πd²LДОП)], дБВт/м².

Қабылдағыштың кірісіндегі сигнал қуаты

РС = PАПРМ= W×SЭ= W× q ×SA, Вт

мұндағы q – антеннаны ашу коэффициенті (0,6-0,8);

SA-антеннаны ашу ауданы, м2.

Осыдан ЗС антеннасының өлшемі таңдалады. Таңдау антенна диаметрі, ЗС, өзгертуге болады (РС/РШ)ВХ қол жеткізе отырып, қажетті маңызы бар осы қарым-қатынастар. (3.11) мұндағы: РШ = k T∑ ∆fш. Әдетте осы формула бойынша алынған мән 20...30% - ға артады (қор басқа жүйелер мен оқпандардан кедергілерді ескереді). Әр түрлі модуляциямен және қабылдаудың шынайылығы бар әртүрлі сигналдарды қабылдау үшін іс жүзінде (РС/РШ)ВХ = 10...20дБ қабылдайды.

48. Жерсеріктік желілердің энергетикалық есебін түсіндіріңіз және сипаттаңыз.

Жерсеріктік желілердің энергетикалық есебі жобалау кезеңінде жүргізіледі.

Есептеу мақсаты: рпрдзс жердегі тарату станциясының таратқышының қуатының және рпрдб борттық ретранслятор қуатының мәнін анықтау, онда жерсеріктік арна кедергі жағдайында сенімді жұмыс істейтін және артық энергетикалық қорлардан тұратын емес. Есептік формулаларды шығарамыз.

Тиімді изотропты сәулелену қуаты:

ЭИИМ(или Рэ) = РПРД ηПРД GПРД.

Параболалық антеннаны күшейту коэффициентін мына формула бойынша есептеуге болады



мұндағы q – антеннаны ашу коэффициенті (0,6-0,8);

Da-антенна диаметрі, м;

λ-толқын ұзындығы, м.

Децибелде антеннаны күшейту коэффициентін есептеуге болады

G=20(lg DA(м)+lgf(ГГц))+18,35, дБ.

Толқын фронтының сфералық шығындылығы есебінен сигналдың әлсіреуі

Lo =16π²d²/λ²

d – тарату және қабылдау антенналарының арасындағы қашықтық, м;

λ-толқын ұзындығы, м.

Жер станциясынан геостационарлық спутникке дейінгі қашықтық ЗС және КС географиялық координаталарына байланысты және келесі формула бойынша есептеледі



мұнда ЗС - географиялық ендік ЗС, град.;

ЗС – географиялық бойлығы ЗС, град.;

КС – географиялық бойлық КС, град.

Тарату жолында сигналдың толық әлсіреуі

LР(дБ) = Lo + LДОП

бұл жерде LДОП-трассадағы қосымша шығындар (атмосферадағы сигнал энергиясының жұтылуы, рефракциядан, антенналардың поляризациясының келісілмеуінен жоғалтулар және т.б.) спутниктік желілердің энергетикасына елеулі әсер етпейді. Жобалау кезінде LДОП= 5дБ орташа мәні қабылданады.

Қабылдағыштың кірісіндегі сигнал қуаты

РПРМ = РЭGПРМ ηПРМ/LР=РПРДλ²GПРДGПРМηПРДηПРМ/(16π²d²LДОП) . (6.1)

Желіні есептеу кезінде қабылдағыштың кірісіндегі сигнал қуаты емес, сигнал/шу қатынасы жиі берілген, сондықтан (6.1) формулаға қою керек

РПРМ = РШ (РС/РШ)ВХ, Вт

мұндағы РШ=k t ∑ ∆fш-қабылдағыштың кірісіндегі шудың толық қуаты, Вт;

k=1,38×10E-23, Вт / Гц×К-Больцман тұрақты;

fш-қабылдағыштың шулы жолағы, Гц;

Т∑=ТА+Т0[(1-η)/η]+TПРМ/η - эквивалентная шумовая температура приемного тракта, К;

ТА-антеннаның шулы температурасы (ғарыштық радиосәулелендіру, атмосфераның сәулеленуі, жер беті, антеннаның меншікті шуылдары кіреді), К;

To ≈290K;

ТПРМ-қабылдағыштың меншікті Шу температурасы, К.

РПРМ қойып және (6.1) теңдеуді шешу арқылы таратқыштың қуатына қатысты:

.

Практикалық қызығушылық емес, бір учаскесі, ал екі (Жер - жерсерік және жерсерік-Жер). Әрбір учаске үшін өз өрнегі болады:

1) ;

2) 

Барлық желі үшін жалпы теңдеуге жеке учаскелердің теңдеулерінен өту үшін желінің шығысындағы және әрбір учаскелердегі сигнал/шу қатынасы арасындағы байланысты орнату қажет. Бортта сигналдарды өңдеу болмаған кезде әрбір учаскенің шуы қосылады, бұл ретте байланыс желісінің соңында Шу/сигналдың жиынтық қатынасы

(РШ/РС)∑=(РШ/PC)ВХБ+(РШ/PC)ВХЗ (6.2).

Әрбір учаскеде сигнал/шу қатынасы сызықтың соңына қарағанда жоғары болуы тиіс.:

(PC/PШ)ВХБ = а (РС/PШ)∑ (6.3)

(PC/PШ)ВХЗ = b (PC/PШ)∑ . (6.4)

(6.3,6.4) теңдеулер жүйесін шешу арқылы

a = b/(b-1).

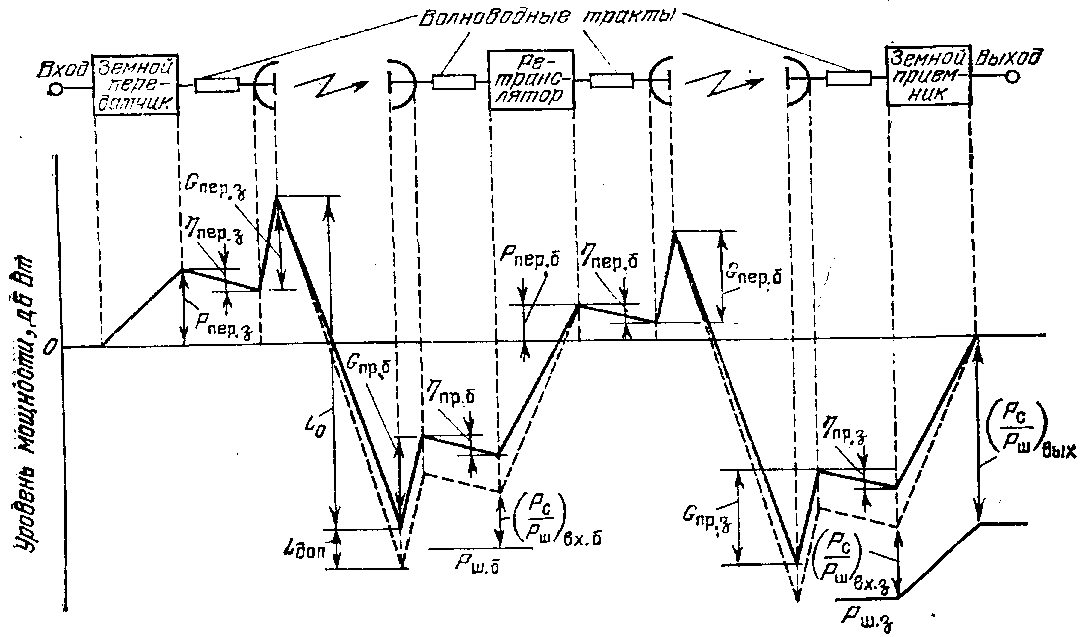
B = 1.26 (1dB) берілгенде, Жердің жерсеріктік бөлімінде a = 5 (7dB) қажетті асып кетуді табамыз.

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, 2 бөлімнен тұратын спутниктік байланыс желісінің теңдеулері ақыр соңында пайда болады

,

.

Екі бөліктен тұратын спутниктік байланыс желісінің құрылымдық сұлбасы және деңгей диаграммасы 6.1-суретте келтірілген.



6.1 сурет-екі учаскеден байланыс желісінің құрылымдық сұлбасы және деңгей диаграммасы

Қорытынды есептеу кезеңі-(РС/РШ)∑ НЧ-арнада қайта есептеу. Теледидар мысалында ЧМ әдісімен қарастырайық

(PC/PШ)НЧ= (РС/PШ)∑ gТВ ВВ ∆ k1

мұнда дТВ = 1,5∆fчм ∆fД2 / FВ3-модуляция есебінен ұтыстар;

FCM = ∆fш спектрдің ені;

∆fД - ең жоғары девиация;

FВ-сигнал спектрінің жоғарғы жиілігі;

ВВ-визометриялық коэффициент есебінен ұтыс;

ұсыныс енгізуден алынған табыс;

k1=9дБ-синусоидалды сигналдың тиімді мәніне қайта есептеу коэффициенті;

BВ ∆ = 14…18дБ.

49. Спутниктік және жер үсті байланыс жүйелерінің электромагниттік үйлесімділігін түсіндіріңіз және сипаттаңыз.

Бөлінген жұмыс істеу үшін спутниктік жүйелердің жиілік жолақтарында жұмыс істейді жеткілікті үлкен саны жер бетіндегі жүйелер (атап айтқанда, РРЖ тура көріну).

Жер бетіндегі жүйелерде жерсеріктен сәулеленуден бөгеуілдерді азайту үшін W. W(дБВт/м2) жер бетінде дамитын сигнал қуаты ағынының ең жоғары тығыздығы мынадай шарттарды қанағаттандыруы тиіс:

W = W0  при ε ≤ 5°,

W = W0 + 0,5 (ε – 5°) при 5°< ε ≤25°,

W = W0 + 10 при 25°<ε ≤90°,

где ε – угол места;

W0 = − 152 дБВт/ м² для 3,4-7,75 ГГц;

W0 = − 150 дБВт/ м² для 10,7-11,7ГГц;

W0 = − 148 дБВт/ м² для 12,2-12,75ГГц;

W0 = − 115 дБВт/ м² для 17,7-19,7 ГГц и 31-40,5 ГГц.

W жиіліктердің шартты бақылау жолағы шегінде анықталады: 17,7-19,7 диапазондары үшін 1МГц; 31-40,5 ГГц және қалғандары үшін 4 кГц (неғұрлым төмен жиіліктегі).

Қуат ағынының тығыздығын мына формула бойынша анықтауға болады

W= PАПРМ/SЭ=РЭGПРМ/LРSЭ=РЭ 4π/LPλ² , Вт/м²

мұндағы РАПРМ, - ЗС қабылдау антеннасының шығу қуаты, Вт;

ЅЭ-антенна ұстайтын қуат ағынын тікелей анықтайтын антеннаның тиімді ауданы, м2;

GПРМ = 4пЅЭ/λ2 - ЗС қабылдау антеннасын күшейту коэффициенті;

Логорифмикалық түрдегі формула

W = PЭ−LР+20lg f +21,5 , дБВт/м²

мұнда f-жиілік, ГГц;

РЭ -Борттық ретранслятор ЭИИМ, дБВт;

LР -тарату жолында сигналдың әлсіреуі, дБ.

620-790 МГц жиілік жолағында жерсеріктік радиохабар қызметі үшін басқа мемлекеттердің аумағында қуат ағынының тығыздығы (дБВт/м2) шектеледі:

−129 при ε ≤ 20°;

− 129 + 0,4(ε−20) при 20°<ε≤60°;

− 113 при 60°<ε≤90°.

Шектеулер енгізіледі, бірақ ЭМҮ-де жүйелерді тексеру жүзеге асырылады. Жүйелер өз аумағында ашылған кезде, әсер ету дәрежесін нақты бағалауға мүмкіндік бар. Кезде ЗС жерсеріктік байланыс орналасады, шекаралас аудандарда өз аумағында қажеттілігі туындайды құру үйлестіру аймағы (ҚТ үшін таратушы және қабылдау ЗС). ҚТ есептеу тәртібі өзендерде белгіленген. МККР 847. ҚТ қосымшасы бар осы СБ құжаттары көршілес мемлекеттерге үйлестіруге (келісуге) жіберіледі. Нақты СҚ үшін координациялық қашықтықтар (КР) - азимуталды бағыттар бойынша СҚ орналасқан жерден координациялық контурға (КК) дейінгі арақашықтық – 200...500 км құрайды.

50. Геостационарлық спутниктік байланыс желілерінің ЭМӨ сипаттаңыз

ССС құруға ниет білдірген әкімшілік 6 жылдан ерте емес және жүйені іске қосудың жоспарланған күніне дейін 2 жылдан кешіктірмей құрылатын ССС туралы ақпаратты жариялау үшін радиобайланыс бюросына жіберуге тиіс. Егер оның бар қызметтеріне жол берілмейтін кедергілер жасалуы мүмкін деп есептесе, қолда бар ССС әкімшілігіне өзінің ескертулерін мәлімдеуші әкімшілікке жібереді. Екі тарап үйлестіру процесінде өзара қолайлы шешім табуға тиіс. Үйлестіру қажеттілігі радиобайланыс Регламентінің 2-бөлімінің 29-қосымшасында баяндалған төменде келтірілген әдіспен есептеледі

6.2 сурет-жобаланатын ССС2 әсер етуін бағалау схемасы

Есептеу әдісі кедергі сигналдарының әсер етуі кезінде кедергілерге ұшырайтын жүйенің тиімді Шу температурасы артады.

Бұл әдіске сәйкес жобаланатын жүйемен жасалатын кедергі сигналдарының әсерінен болатын ∆Т∑/Т∑, бар желінің шуыл температурасының салыстырмалы ұлғаюын есептеп шығарады және оны 6% тең шектік мәнмен салыстырады.

Оценим мешающее әсері жобаланатын жүйесінің 2 (сурет 5.2) қолданыстағы жүйесін 1, сондықтан 1, бізді қызықтыратын болады қабылдау тракты, ал жүйенің 2 –таратушы. Схемада белгілер қабылданды:

D1...d4 – Станциялар арасындағы қашықтық;

θ1, θ2 – топоцентрические бұрыштары;

A1, α2-экзоцентрлік бұрыштары;

G-геоцентрикалық бұрыштық тарату жерсеріктер арасындағы.

G1 қабылдағыш антеннасының шығуынан бастап ЗС1 қабылдағыш антеннасының шығысына дейінгі трактты тарату коэффициентіне тең сандық коэффициент (әдетте 1 – ден кем); G1 қабылдағыш антеннасының шығуынан бастап ЗС1 қабылдағыш антеннасының шығысына дейінгі коэффициент (әдетте 1-ден кем).);

Т∑ - қабылдау жолының тиімді шулы температурасы ЗС2 (кедергі әсерін есепке алмағанда).

Мәселен, үйлесімділік өлшемі

∆Т∑/T∑ ≤ 0,06. (6.5)

Есептеу үшін пайдаланылатын формулалар

∆T∑ = γΔT↑/Y + ΔT↓/Y (6.6)

мұнда ДТ↑, ΔT↓ - жоғары және төмен учаскеде шулы температураның өсуі;

Y – поляризацияның сәйкес келмеуіне байланысты кедергі сигналының әлсіреу коэффициенті (1 сәйкес келетін поляризациялар кезінде, 4 қарама-қарсы бағыттағы айналма поляризациялар кезінде және қалған жағдайларда 1,4).

Сонымен қатар, бұл жүйенің жұмыс істеп тұрған жүйесінің ЗС сияқты жиіліктер жолағын пайдаланатын жобаланатын жүйенің ЗС қолданыстағы КС ДТ↑Шу температурасының өсуін туындататын болады.

ДТ↑= SЗС2GЗС2(θ2)GБР1(α1)/( Lp↑), K

мұнда ЅЗС2 [Вт / Гц], - зс2 қуатының спектралдық тығыздығы;

LР↑ - жоғары учаскеде тарату жолында кедергі сигналдарының әлсіреуі;

GЗС2(θ2) – антеннаны күшейту коэффициенті, ЗС жобаланатын жүйенің тәуелділікте топоцентрического бұрышының θ2;

GБ1 (α1) - экзоцентрлік бұрышқа байланысты қолданыстағы жүйенің КС антеннасын күшейту коэффициенті α1;

k = 1,38\*10-23-тұрақты Больцман Вт/(ГцК).

КЖ-жобаланатын жүйені пайдаланатын бірдей жиілік жолағын және ҒЖ қолданыстағы жүйесін, болады тудыруы оқу жетістіктерін шулық температурасын қолданыстағы ЗС ΔT↓ .

(Փ1) / (kLp↓), K

ЅБС2-спектрлік қуат тығыздығы БР2, Вт / Гц;

LР↓ - төмен учаскеде тарату жолында кедергі сигналдарының әлсіреуі;

GЗС2(θ2) – антеннаны күшейту коэффициенті, ЗС жобаланатын жүйенің тәуелділікте топоцентрического бұрышының θ2;

GБ1 (α1) - экзоцентрлік бұрышқа байланысты қолданыстағы жүйенің КС антеннасын күшейту коэффициенті α1;

k = 1,38\*10-23-тұрақты Больцман Вт/(ГцК).

Шамалар децибелдерде көрсетілген формуланы есептеу үшін қолдану ыңғайлы.

ΔT↓= ЅБР2+GБР2(α2)+GЗС1(θ1)-k-Lp↓ , бкд,

ΔT↑= ЅЗС2+GКС1(α1)+GЗС2(θ2)-k-Lp↑, бкд.

Техникалық сипаттамаларда әдетте дБВт / Гц көрсетіледі;

k-Больцман тұрақты (-228,6), дБ.

Еркін кеңістікте өшу мынадай формула бойынша анықталады:

Lp = lo = 20 (lg f + lg d) + 32,45 [дБ]

мұнда f – жиілік, МГц; d – қашықтық, км.

Қашықтық энергетикалық есепте сияқты есептеледі.

СҚ антенналарын күшейту коэффициенттері нақты өлшенген сипаттама бойынша анықталады немесе егер мұндай ақпарат радиобайланыс регламенті болмаса бағыттылықтың келесі анықтамалық диаграммаларын пайдалануды ұсынады

DA / λСР ≥ 100 үшін

G (θ) = Gmax – 2,5\*10-3 (θ DA / λСР), дБ 0< θ< θm;

G (θ) = G1, дБ θm < θ< θr;

G (θ) = 32 – 25 lgθ, дБ кезінде θr < θ< 480;

G (փ) = -10, дБ, 480 < փ 1800 кезінде

мұндағы DA – антеннаның диаметрі, м; փ – антенна осінен есептелетін бұрыш (градустарда), փt тең;

G1= 2+15lg(DA / λ) – антеннаны бірінші жапырақшаның максимум бағытында күшейту, дБ;

Θm= (20 λ/ DA) Gmax - G1 - ені, бірінші жапырақ, градустар;

Θr=15,85 DA/λ)-0,5, градус.

DA/ λср < 100 үшін

G (θ) = Gmax – 2,5\*10-3 (θ DA / λСР), дБ 0< θ < θm;

G (θ) = G1, дБ θm  θ < 100λ/ DA;

Da/ da / λср –25lg, 100 кезінде da / da փ;

G (θ) = -10 дБ кезінде 480  θ < 1800

Жер станциялары жанындағы топоцентрикалық бұрыш мынадай формулалар бойынша анықталады:

փ1= arc cos B1,

,

θg=│βКС1−βКС2│- геоцентрический бұрышы.

փ2 ұқсас түрде анықталады.

Егер мұрагер мұраны қабылдау үшін белгіленген мерзімді дәлелді себептер бойынша өткізіп алған болса және мұраны қабылдау үшін белгіленген мерзімді өткізіп алған мұрагер бұл мерзімді өткізу себептері жойылғаннан кейін алты айдың ішінде сотқа жүгінген жағдайда осы мерзімді өткізіп алған мұрагердің өтініші бойынша сот бұл мерзімді қалпына келтіре алады және мұрагер мұраны қабылдады деп тани алады.

Басқа жағдайларда экзоцентрикалық бұрыш жер станциялары арасындағы қашықтықты анықтай отырып, косинустар теоремасынан анықталады

d 2зс1зс2 = d12 + d22 - 2 d1 × d2 × cosα1, (6.7)

x1 = RЗ × cos φ1 × cos β1,

y1 = RЗ × cos φ1 × sin β1,

z1 = RЗ × sin φ1,

мұнда жер радиусы RЗ = 6370 км; φ1, φ2-ендік ЗС;

β1, β2 – бойлық ЗС.

Сол сияқты x2, y2, z2 анықтаймыз.

d 2зс1зс2 = ( x2 - x1 )2 + ( y2 - y1)2 + (z2 - z1)2. (6.8)

D 2зс1зс2 есептеу және 6.7 теңдеуін α1 қатысты шешеміз:

Осыған ұқсас есептеулер D3 , d4 қашықтықтарын пайдалана отырып α2 үшін жүргізіледі. Осылайша, экзоцентрикалық бұрыштарды анықтау үшін алдымен ЗС координаттары бойынша олардың арасындағы қашықтықты анықтау, содан кейін косинустар теоремасын пайдалану қажет.

КЖ антеннасын күшейту коэффициенті формулалар бойынша анықталады (дБ):

G(α)=Gm−12 (α/αo) 0,5 αo≤α<1,3 αo,

G (α)=GM−20 кезінде 1,3 αo≤α<3,15 αo,

G (α)=GM−7−25lgα/αo 3,15 αo≤α<α1,

G (α)=-10 α1≤α

мұндағы αo-жарты қуат бойынша бағыт диаграммасының ені;

Gm = 44,4-20lgαo-максималды күшейту.

Егер ΔT↑ және ΔT↓ шамалары децибелдерде есептелсе, онда (6.6) формулаға қою алдында оларды Кельвиндерде көрсету қажет.

(6.5) ΔT∑ теңсіздікке қойып, координация талап етіле ме?

51. Қазақстан Республикасының "KazSat" спутниктік байланысы туралы жазыңыз»

KazSat-Қазақстан үшін бірінші ғарыш аппараты, оны ұшырудан және пайдаланудан бастап республиканың ғарыш бағдарламаларын іске асыру басталды.

Предстартовая дайындау құрамдас бөліктерінің зымыран, екпіндеткіш блок, ғарыш аппараты ғарыш айлағында жүргізілген мамандары Мемлекеттік ғарыш ғылыми-өндірістік орталығының. В. хруничев атындағы (бұдан әрі – МҒҒӨО оларға. "Alcatel Alenia Spazio Italia"итальян фирмасы. "KazSat" спутнигінің борттық ретрансляциялық кешені алдыңғы қатарлы спутниктік технологияларды қолдана отырып, "Alcatel Alenia Spazio Italia" әзірленген.

"KazSat" спутнигін ұшыру сәтіне геостационарлық орбитада уақытша еркін орбиталық-жиілік ресурсы бар Ресей тарапы қазақстандық Тарапқа уақытша негізде (орбитада спутниктің жұмыс істеу мерзіміне, бірақ 15 жылдан аспайтын мерзімге) Үйлестірілген орбиталық-жиілік ресурсын ұсынды.

"KazSat" спутнигі 2006 жылғы 18 маусымда Ресей мен Қазақстан президенттерінің қатысуымен "Протон" ЗТ Байқоңыр ғарыш айлағынан геостационарлық орбитаға сәтті шығарылды.

"KazSat" Қазақстанның және басқа елдердің ең шалғай және жету қиын өңірлеріне телекоммуникациялық қызметтердің заманауи түрлерін ұсынуға мүмкіндік береді. Сондай-ақ спутниктік байланыс арналарын ТМД елдерінің операторларына жалға беру жоспарланып отыр. "KazSat" - 864 МГц есептелген. Осылайша, Қазақстанда операторларды отандық жерсерікке аударуға арналған ресурс пайда болды.

52. "KazSat-103" техникалық келбетін және негізгі сипаттамаларын сипаттаңыз»

"KazSat" ғарыш жүйесін құруға 15 - тен астам шетелдік және отандық фирмалар қатысты, оның ішінде Boeing, Alcatel Alenia Spazio Italia, ComDev-борттық телекоммуникациялық жабдықтың жетекші өндірушілері.

"KazSat" ғарыш жүйесін құруды М. В. Хруничев атындағы ҚҒҒПО Ресей Федерациясына тиесілі шығыс бойлық 103 градус геостационарлық орбитада шағын ғарыштық байланыс және телехабар тарату аппараты базасында жүзеге асырды. Жерүсті басқару кешенін (ЖБК) және мониторинг жүйесін (СМС) салу Қазақстан аумағында жүргізіледі. "Kazsat" ға жалпы түрі 7.1-суретте көрсетілген. Оның негізгі сипаттамалары 7.1-кестеде. "Kazsat" ХКА БРТР ретрансляторының Блок-схемасы 7.2-суретте, 7.2-кестеде "Kazsat" жиіліктік жоспары, 7.3-кестеде Имитациялық үлгілеу деректері бойынша ЭИИМ есептерінің нәтижелері және БРТК дұрыстығы көрсетілген.

Геостационарлық орбитада орналастырылған "Kazsat" ғарыш аппараты Қазақстан Республикасының барлық аумағын және шектес мемлекеттердің бір бөлігін қамтитын 12 транспондерлер арқылы байланыс пен телехабар таратуды жүзеге асырады.

Кесте 7.1 - "KazSat" ға негізгі сипаттамалары»

Параметры рабочей орбиты:

- тип орбиты: ГСО

- наклонение: 0 град.;

- долгота точки стояния (диапазон) 103º в.д

“Сухая” масса КА 695 кг

Заправляемый запас ксенона 60 кг

Срок активного существования 10 лет

Технический ресурс 12,5 лет

Количество стволов ретрансляции 12

Диапазон частот БРТК Ku

Полоса пропускания стволов БРТК 72 МГц

Масса полезной нагрузки 110 кг

Номинальное энергопотребление полезной нагрузки 1300 Вт

Точность поддержания положения КА в точке стояния:

– по долготе ±0,05 град.

– по широте ±0,05 град.

Точность ориентации КА при работе БРТК 0,1 град

7.2-кесте - "KazSat" ХКА жиілік жоспары.

Номер

транс-

пондера Центральная

частота в

радиолинии

вверх, MГц Центральная

частота в

радиолинии

вниз, MГц Рабочая ширина

полосы

пропускания

транспондера,

MГц Поляризац. в

радиолинии

вверх Поляризац. в

радиолинии

вниз

K1 14041,67 10991,67 72 X Y

K2 14041,67 10991,67 72 Y X

K3 14125,0 11075,0 72 X Y

K4 14125,0 11075,0 72 Y X

K5 14208,33 11158,33 72 X Y

K6 14208,33 11158,33 72 Y X

K7 14291,67 11491,67 72 X Y

K8 14291,67 11491,67 72 Y X

K9 14275,0 11575,0 72 X Y

K10 14275,0 11575,0 72 Y X

K11 14458,33 11658,33 72 X Y

K12 14458,33 11658,33 72 Y X

Маяк - 11199,5 - - R

Қызмет көрсету аймағының өлшемдері 7.2 суретте көрсетілген. Қызмет көрсету аймағы 2,5 х 3,6 град бағыттылық диаграммасымен бірге қабылдау-беру антеннасымен қамтамасыз етіледі. негізгі айнасы бар екі өлшемді жүйе қалыптастыратын.

Спутниктің сигналын сенімді қабылдау аймағына Орта Азия республикалары, Кавказ, Ресей Федерациясының Орталық бөліктері, оның ішінде Мәскеу облысы кіреді.

7.3-кесте-Имитациялық үлгілеу деректері бойынша "KazSat" ХКА БРТК эиим есептеу нәтижелері және мейірімділігі.

Города ЭИИМ, дБВт Добротность, дБ/К

по ТЗ расчетное запас ЭИИМ по ТЗ расчетное запас добротности

Астана 51,50 52,97 1,47 4,30 8,74 4,44

Алматы 49,05 52,15 1,65 3,30 7,29 3,99

Актау 50,50 51,03 0,53 3,30 6,50 3,20

Петропавловск 50,50 52,23 1,73 3,30 8,50 5,20

Караганда 52,50 52,97 0,47 5,30 8,75 3,45

Усть-Каменогорск 50,50 52,76 2,26 3,30 9,15 5,85

KazSat телерадио хабарларын тарату арналарын, телефон байланысын, деректерді беруді, Интернет желісіне кең жолақты қолжетімділікті, VSAT-желілерін құру және дамыту, ведомстволық және корпоративтік байланыс желілерін құру, мультимедиялық қызметтер пакетін көрсету үшін арналған.

53. Радиотолқындардың таралу ерекшеліктерін сипаттаңыз

Радио толқындардың таралу ортасының әсері әртүрлі радиобайланыс жүйелерінде қолданылатын толқын ұзындығына шектеу қояды. Әртүрлі толқын ұзындығы бар радиотолқындарға сыртқы факторлардың әсері бірдей емес. Сондықтан, толқындар шамамен бірдей қасиеттер көрсететін диапазондар бойынша радиотолқындардың қасиеттерін қарастырған жөн. Жер жағдайында радиотолқындардың таралуының маңызды ерекшелігі таралу сипаттамаларының толқын ұзындығынан тәуелділігі болып табылады. Жер бетінің бойымен радиотолқындардың таралуы оның рельефіне және физикалық қасиеттеріне байланысты. Топырақтың ең маңызды электр параметрлері оның электр өткізгіштігі және диэлектрлік өткізгіштігі болып табылады. Бұл сипаттамалар екі ортадағы бөлім шекарасында шағылысқан және сынған толқындардың параметрлерін анықтайды. Топырақтың электр өткізгіштігі, сондай-ақ жер беті бойында толқындардың таралуы кезінде энергия шығынын анықтайды.

Жер маңындағы кеңістікте радиотолқындардың таралуына Жер атмосферасы (жердің газ тәрізді қабығы) аса маңызды әсер етеді. Кешені бойынша жеке белгілері атмосфераға қабылданған қызметкерлерге тән үш қабатын: тропосферу, стратосферу және ионосферу.

Суретте 1.1 келтірілген жеңілдетілген құрылысы, атмосфераның Жер, ал кестеде 1.3 келтірілген негізгі тәсілдері радиотолқындардың таралуы.

Тропосфераның қасиеттері газдардың (азот, оттегі және т.б.) және су булары қоспасымен анықталады. Ауа температурасы мен қысымы, сондай-ақ тропосферадағы су буының құрамы төмендейді. Осылайша, тропосфера өзінің электр қасиеттері бойынша бірдей емес.

Стратосфера қабаты атмосфера, лежащий үстінен тропосферой, тұзды дейінгі биіктік шамамен 60 - 80 км, Тығыздығы, газдардың стратосферадағы айтарлықтай аз тропосфере. Тропосфераның электрлік қасиеттері іс жүзінде өзгертілмейді, және радиотолқындар тікелей және шығынсыз таралады.

Ионосфера иондалған атмосфераның жоғарғы қабаты, Жерді қоршаған (бірнеше мың километр биіктікке дейін) деп аталады. Атмосфераны құрайтын газ атомдарынан күннің ғарыштық сәулелері мен ультракүлгін сәулелерінің әсерінен электрондар шығып, нәтижесінде оң газ иондары мен еркін электрондар пайда болады. Иондалған газ электр өткізгішіне ие және электромагниттік тербелістердің таралу сипаттамаларын өзгерте алады. Бос электрондардың концентрациясы неғұрлым көп болса, соғұрлым олар радиотолқындардың таралуына әсер етеді.

1.3 суретте радиосигналдарды таратудың негізгі траекториялары келтірілген.

1.3 сурет-радиотолқындарды таратудың негізгі моды.

Тарату тәсілі бойынша толқындардың төрт түрі бар: түзу, беттік (жер), тропосфералық және кеңістіктік (ионосфералық).

Бұл жағдайда, барлық сигналдар сигналдарды таратады.

Дифракция салдарынан жер шарының дөңестігін ішінара жаншылатын жер бетіне тікелей жақын орналасқан радиотолқындар жер беті немесе жер толқындарының атауын алды. 2.6 к е с т е-базалық станциялардың саны, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ, км / сағ. Физика курсынан дифракция кедергі өлшемдері толқын ұзындығымен өлшенген кезде байқалатыны белгілі. Бұл жағдайда шар сегменті кедергі болып табылады. Оның биіктігі тілшілер арасындағы қашықтыққа байланысты, сондықтан толқынның жұмыс ұзындығы неғұрлым көп болса, дифракцияның есебінен үлкен қашықтыққа таралуы мүмкін. Жердің сфералық бетінің айналасында дифрагия жасай отырып, жер бетіндегі толқын жартылай өткізгіш топырақпен жартылай жұтылады, оның сіңу дәрежесі топырақ құрылымына (құм, саз, тастар және т.б.) және оның ылғалдылығына байланысты. Жер атмосферасы осы толқынның таралу жағдайына аз әсер етеді. Диапазондар радионавигацияның теңіз және жер үсті жүйелерінде қолданылады.

Ионосферадан және жер бетінен бірнеше рет шағылысу нәтижесінде (толқын диапазонында ұзындығы 10 м, СВ және екі диапазондар) үлкен қашықтыққа тарайтын және тіпті жер шарын айналып тұратын радиотолқындар кеңістіктік немесе ионосфералық толқындардың атауын алды. 1.3 суретте 2,4 қисық.

Тропосфераның біртектес еместігінде шашырауы есебінен, сондай-ақ тропосфералық рефракция құбылысының есебінен едәуір қашықтықтарға (1000 км дейін) тарайтын радиотолқындар тропосфералық толқындардың атауын алды. Тропосфера ұзындығы 10 м-ден кем электромагниттік толқындарға, КВ-диапазонды радиотолқындарға ғана әсер етеді. 1.3 суретте 3 қисық.

Радио толқындары УВЧ, СВЧ және КВЧ диапазондары ионосферадан өтіп, ғарыш кеңістігіне таралады. Бұл радиожиіліктердің диапазондары тікелей көріну радиобайланыс жүйелерінде, спутниктік және ғарыштық жүйелерде қолданылады.

Кез келген радиолиниядағы жиынтық шығындар негізгі ысыраптардан және қосымша ысыраптардан құралады. Негізгі жоғалтулар толқынның сфералық фронты себебі бойынша сәулелердің айырмашылығынан бос кеңістіктегі сигналдың әлсіреуімен анықталады. Қосымша шығындар жұтылу нәтижесінде таралу ортасындағы шығындармен, толқын энергиясының ортаның біртекті емес түрлерінде шашырауы, магнит өрісінің және т. б. әсерімен толқынның бастапқы поляризациясының өзгеруімен анықталады.

3...4 см (f> 7...10 ГГц) толқындардың жер атмосферасында таралуы кезінде атмосферадағы және атмосфералық құрылымдардағы (жаңбыр, тұман, сулы қар) су мен оттегіде өшу үлкен үлес қосады.

54. Радиобайланыс жүйесінің жіктелуін сипаттаңыз

Радио толқындардың таралу ортасының әсері әртүрлі радиобайланыс жүйелерінде қолданылатын толқын ұзындығына шектеу қояды. Әртүрлі толқын ұзындығы бар радиотолқындарға сыртқы факторлардың әсері бірдей емес. Сондықтан, толқындар шамамен бірдей қасиеттер көрсететін диапазондар бойынша радиотолқындардың қасиеттерін қарастырған жөн.

Радиобайланыс регламенті-радиожиіліктерді және спутниктік орбиталарды пайдаланудың регламенттік базасы белгіленетін халықаралық шарт. Халықаралық Электр байланысы одағының Радиобайланыс регламенті әзірленуде.

Халықаралық Электр байланысы одағы (ХЭО) (International Telecom-munication Union ITU) — БҰҰ мамандандырылған органы, халықаралық ұйым, оның шеңберінде үкіметтер мен жеке сектор жаһандық желілер мен электр байланысы қызметтерін үйлестіретін. Сонымен қатар, қазіргі таңда "Қазақтелеком" АҚ-ның телекоммуникация желісін дамыту және тарату.Радиобайланыс регламентіне сәйкес ондық қағиданы басшылыққа ала отырып, радиодиапазонды жеке диапазондарға бөлу қабылданған. 1-суретте жиілік диапазондары және олардың қолданылу салалары көрсетілген.

Сурет 1.1-радиожиіліктердің диапазондары

Жер жағдайында радиотолқындардың таралуының маңызды ерекшелігі таралу сипаттамаларының толқын ұзындығынан тәуелділігі болып табылады. Бұл жағдайда, барлық сигналдар сигналдарды таратады.

Дифракция салдарынан жер шарының дөңестігін ішінара жаншылатын жер бетіне тікелей жақын орналасқан радиотолқындар жер беті немесе жер толқындарының атауын алды. 2.6 к е с т е-базалық станциялардың саны, км / сағ. Физика курсынан дифракция кедергі өлшемдері толқын ұзындығымен өлшенген кезде байқалатыны белгілі. Бұл жағдайда шар сегменті кедергі болып табылады. Оның биіктігі тілшілер арасындағы қашықтыққа байланысты, сондықтан толқынның жұмыс ұзындығы неғұрлым көп болса, дифракцияның есебінен үлкен қашықтыққа таралуы мүмкін. Жердің сфералық бетінің айналасында дифрагия жасай отырып, жер бетіндегі толқын жартылай өткізгіш топырақпен жартылай жұтылады, оның сіңу дәрежесі топырақ құрылымына (құм, саз, тастар және т.б.) және оның ылғалдылығына байланысты. Жер атмосферасы осы толқынның таралу жағдайына аз әсер етеді. Диапазондар радионавигацияның теңіз және жер үсті жүйелерінде қолданылады.

Ионосферадан және жер бетінен бірнеше рет шағылысу нәтижесінде (толқын диапазонында ұзындығы 10 м, СВ және екі диапазондар) үлкен қашықтыққа тарайтын және тіпті жер шарын айналып тұратын радиотолқындар кеңістіктік немесе ионосфералық толқындардың атауын алды. 1.3 суретте 2,4 қисық.

Тропосфераның біртектес еместігінде шашырауы есебінен, сондай-ақ тропосфералық рефракция құбылысының есебінен едәуір қашықтықтарға (1000 км дейін) тарайтын радиотолқындар тропосфералық толқындардың атауын алды. Тропосфера ұзындығы 10 м-ден кем электромагниттік толқындарға, КВ-диапазонды радиотолқындарға ғана әсер етеді. 1.3 суретте 3 қисық.

Радио толқындары УВЧ, СВЧ және КВЧ диапазондары ионосферадан өтіп, ғарыш кеңістігіне таралады. Бұл радиожиіліктердің диапазондары тікелей көріну радиобайланыс жүйелерінде, спутниктік және ғарыштық жүйелерде қолданылады.

Кез келген радиолиниядағы жиынтық шығындар негізгі ысыраптардан және қосымша ысыраптардан құралады. Негізгі жоғалтулар толқынның сфералық фронты себебі бойынша сәулелердің айырмашылығынан бос кеңістіктегі сигналдың әлсіреуімен анықталады. Қосымша шығындар жұтылу нәтижесінде таралу ортасындағы шығындармен, толқын энергиясының ортаның біртекті емес түрлерінде шашырауы, магнит өрісінің және т. б. әсерімен толқынның бастапқы поляризациясының өзгеруімен анықталады.

3...4 см (f> 7...10 ГГц) толқындардың жер атмосферасында таралуы кезінде атмосферадағы және атмосфералық құрылымдардағы (жаңбыр, тұман, сулы қар) су мен оттегіде өшу үлкен үлес қосады.

Радиобайланыс жүйелері әртүрлі белгілер бойынша жіктелуі мүмкін: берілетін хабарламалар түрі бойынша; радиожиіліктердің атқаратын спектрі бойынша; берілетін сигналдардың сипаты бойынша; өткізу қабілеті бойынша және т. б.

55. РРЛ құрудың жалпы принциптерін түсіндіріңіз және сипаттаңыз

Байланыстың радиорелелік желілері сигналды бірнеше рет қайта тарату принциптеріне негізделеді. Радиорелейлік желілердің екі түрі бар:

- тропосфералық радиорелейлік желілер, олардың негізінде алыс тропосфералық таралу принципі жатыр.),

-тікелей көрінудің радиорелелік желілері, антенналардың тікелей көріну шектерінде тұрақты байланыс қашықтығында орналасқан Қабылдау-тарату станцияларының тізбегін білдіретін (атауы ағылш. "relay").

3.1 сурет-ұйымдастыру принциптері:

а) тікелей көріну радиорелелік сызықтарының РРЖ (РРЖ);

б) тропосфералық радиорелелік желілер (ТРЛ).

ДТР радио толқындардың турбулентті және тропосфераның біртекті емес қабатымен шағылысу және шашырауы есебінен жүреді. ерекшеліктерін станциялары арасындағы арақашықтық таңдайды жиі шегінде 200...400 км Салдарынан елеулі әлсіреуі сигналдарды аралықтарында келеді айтарлықтай ұлғайтуға энергетикалық әлеуеті жүйесі. Қуатты таратқыштарды, үлкен Антенналарды пайдалану ТРЛ пайдалану мүмкіндігін едәуір азайтады. Бұдан әрі қазіргі уақытта кеңінен қолданылатын тікелей көрінудің радиорелелік желілерін қарастырамыз.

Радиорелелік байланысты қамтамасыз ету үшін радиотолқындарды таратудың техникалық құралдары мен ортасының жиынтығы радиорелелік байланыс желісін құрайды. Қабылдау-тарату станцияларын радиорелелік станциялар (РРС) деп атайды.

Тік көріну қашықтығы (аралықтың ұзындығы) - бұл тегіс сфералық жер беті жағдайы үшін жақын формула бойынша анықтауға болатын көрші РРС арасындағы қашықтық:

R0, км ≈ 3,57× (√h1 +√h2),

мұндағы h1 және h2 – Антенналарды өлшеу биіктігі метрмен.

20...80м Антенналарды ілу биіктіктерінің ең көп таралған мәндері.

РРЛ жұмысы үшін F сериялы ITU-R ұсыныстарына сәйкес диапазондарда жиілік жолақтары бөлінген: 7; 8; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 18; 23; 27; 31; 38; 55 ГГц.

Радиорелелік станциялар функционалдық белгісі бойынша:

- шеткі (СБШ), берілетін ақпаратты енгізуді және бөлуді жүзеге асырады және тұтынушыларға ақпаратты тарату қамтамасыз етіледі (телеорталық, қалааралық телефон станциясы, компания кеңсесі);

- берілетін сигналдар аралық жиілікте ретрансляцияланады, қажет болған жағдайда ТВ сигналдарын немесе телефондық топтық спектрдің бір бөлігін бөлуге болады;

- тораптық (УРС), мұнда берілетін ақпарат тұтынушыларға ақпаратты енгізу және бөлу мүмкіндігімен қайта қабылданады, мұнда РРЛ-дың тармақталуы немесе қиылысуы көзделеді.

Станция зигзаг тәрізді орналасқан – бұл қолданыстағы радиожиіліктерді тарату жоспарларында үш – бес аралықтан кейін орналасқан станциялардан кедергілерді болдырмауға мүмкіндік береді.

Соңғы станциялар байланыс желісінің шеткі пункттерінде орнатылады және сигналдарды беру бағытындағы модуляторлар мен таратқыштарды және қабылдау бағытындағы демодуляторлары бар қабылдағыштарды қамтиды. 3.2-суретте көрсетілген аяққы станциялар белгіленді ОРС1 және ОРС4. Қабылдау және беру үшін антенналық тармақтағыштың (дуплексердің) көмегімен қабылдау және беру трактімен қосылған бір антенна қолданылады.

Сигналдарды Модуляция және демодуляция стандартты аралық жиіліктердің бірінде (70 - 1000 МГц) жүргізіледі. Модемдер түрлі жиіліктік диапазондарды пайдаланатын қабылдағыш таратқыштармен жұмыс істей алады. Таратқыштар аралық жиілік сигналдарын СВЧ жұмыс диапазонына түрлендіру үшін, ал қабылдағыштар – кері түрлендіру және аралық жиілік сигналдарын күшейту үшін арналған.

3.3 сурет-радиорелелік байланыс желісінің құрылымдық сұлбасы

Аралық станциялар тура көріну қашықтығында орналасады және сигналдарды қабылдауға, оларды күшейтуге және одан әрі байланыс желісі бойынша беруге арналады. Аралық станцияларда сигналдарды қабылдау және беру қабылдағыш таратқыштардағы паразиттік байланыстарды жою үшін әртүрлі жиіліктерде жүргізілуі тиіс. Қабылдау және тарату жиіліктерінің арасындағы айырмашылық жылжу жиілігі (fсдв) немесе жиілікті дуплексті тарату (FTX-RX) деп аталады.

Сонымен қатар, таратқыштың бір антеннаға жұмыс істеу кезінде қабылданған сигналға сигналдың әсерін жою үшін дуплексер орнатылады.

Тораптық станциялар аралық станциялардың функцияларын да, ақпаратты енгізу және шығару функцияларын да орындайды. Сондықтан олар ірі елді мекендерде немесе байланыс желілерінің қиылысу (тармақталу) нүктелерінде орнатылады.

Шеттік станция мен жақын тораптық станция арасындағы немесе тораптық Станциялар арасындағы аралық РРЛ учаскесі немесе секциясы деп аталады, ал қабылдағыш-таратқыш жабдықтың жиынтығы РРЛ оқпанын құрайды.

РРЛ үшін жиіліктер жоспарлары бір антеннамен жұмыс істеу кезінде қабылданатын сигналға берілетін сигналдың әсерін азайту және басқа радиобайланыс жүйелерімен электромагниттік үйлесімділік мәселесін шешу мақсатында әзірленген.

2 жиіліктік және 4 жиіліктік жүйелер қолданылады.

3.4 сурет - қолданылатын жиілік жоспарлары:

а) екі жиілікті; б) төрт жиілікті.

2-жиіліктік жүйе (а сурет) жиілік жолағын пайдалану тұрғысынан үнемді, бірақ жақсы қорғаныс қасиеттері бар Антенналарды қолдануды талап етеді (10 ГГц жоғары жиіліктерде қосымша экранды – жағалы параболалық антенналар қолданылады). РРЖ-да екі жиілікті жоспарды пайдаланған кезде, 3.2-суретте көрсетілгендей, ұшу арқылы тарату жиілігінің қайталануы орын алады. Бұл ретте, бірдей жиіліктерде жұмыс істейтін РРС арасындағы өзара кедергілерді азайту үшін станциялар пункт арасындағы бағытқа қатысты зигзаг тәрізді орналасады.

Бұл ретте, егер станция F1 жиілігінде сигнал қабылдайтын және f2 жиілігінде беретін болса, онда онымен көршілес станцияларды f2 жиілігінде қабылдайды, ал f1 жиілігінде береді. Бұл екі жиіліктегі ХЭО-Р жиіліктер жоспарына сәйкес келетін жиіліктер жұбы радиожиілік діңін құрайды.

4-жиіліктік жүйе (3.4 сурет) қарапайым және салыстырмалы түрде арзан антенналарға жол береді, бірақ өте күрделі электромагниттік жағдай кезінде ғана сирек қолданылады.

Экономикалық тиімділікті және өткізу қабілетін арттыру үшін көп оқпанды радиорелейлік жүйелерді қолданады, онда әрбір станцияда бірнеше қабылдағыш таратушылар жалпы антенна-фидерлік тракт арқылы түрлі жиіліктермен жұмыс істейді.

3.1 кестеде 17 ГГц диапазонында ITU-R ұсыныстарына сәйкес РРЛ оқпандары үшін салмақ түсетін жиіліктер мысал келтірілген.

ITU-R R Recommendation F385

- 161МГц жиіліктерді дуплексті тарату (Tx-Rx) ;

- - оқпан арасында 7 МГц тарату.

Ствол f н, МГц f в, МГц

1 17428 17589

2 17435 17596

3 17442 17603

4 17449 17610

5 17456 17617

… … …

19 17554 17715

20 17561 17722

Станцияның әрбір оқпанының стандартты белгісі бар, мысалы: 2ВН, мұнда 2 - оқпан нөмірі, В - жоғарғы жиілікте қабылдауды білдіреді, Н - төменгі жиілікте беру (сәулелену). Аралықтың екінші жағында жабдық жиынтығы тиісінше 2нв белгісі болады.

Жұмыс істеу үшін бір антеннаға біріктіру кезінде біріктірілетін оқпандардың жиіліктерінің арасындағы айырмашылықты арттыру мақсатында тақ немесе жұп оқпандарды біріктіреді.

Қазіргі заманғы жүйелерде икемді жиіліктік жоспарлар қолданылады. Мұндай жағдайларда жиіліктік арналарды тарату өткізу қабілеттілігімен (ЦРРЛ жұмысының жылдамдығымен) және модуляция түрімен анықталады. Көбінесе 3,5; 7; 14 немесе 28 МГц тең жұмыс жиіліктерін тарату қадамы қолданылады.

Байланыс желілері жұмысының сенімділігін арттыру мақсатында N+1 резервтеудің әртүрлі тәсілдері қолданылады. Мұнда n - резервтік 1 оқпан пайдаланылатын жұмыс оқпандарының саны. Резервтік оқпандардың саны беру жүйесінің сенімділігіне қойылатын талаптарға байланысты өзгеруі мүмкін. Қазіргі заманғы аппаратураның жоғары сенімділігін ескере отырып, резервтеусіз қарапайым бір бағаналы байланыс жүйелері жиі құрылады.

56. Радиорелелік станциялар аппаратурасын құру принциптерін сипаттаңыз

Көп арналы телефония сигналдарын беру үшін де, теледидар сигналдарын беру үшін де үлкен және орташа сыйымдылықтағы РРЛ қабылдағыш-таратқыш жабдығы бірдей жарамды. Телефон және теледидар оқпандарының соңғы жабдықтары әртүрлі.

Қазіргі заманғы микротолқынды жабдық бір немесе бірнеше кабельмен қосылған ішкі және сыртқы модульдерден тұрады. Кабельдердің ұзындығы бірнеше жүз метр болуы мүмкін.

Ішкі модуль, үй-жайда орнатылған, бастапқы цифрлық ағындарға арналған кіру және шығу интерфейстерін, бақылау және басқару модемдері мен құрылғыларын қамтитын кіру торабы. Кіріс және шығыс интерфейстері электрлік (ЭИ) немесе оптикалық (ОИ) болуы мүмкін, және де аппаратураның кейбір типтері екі интерфейсті қамтиды немесе олар тапсырыс бойынша орнатылады.

Интерфейстерде цифрлық ағындарды мультиплексирлеу аппаратурасынан кабельдер бойынша келіп түсетін сигналдарды келісу, кодтарды түрлендіру (квазитроиялық nrz және кері) және тактілік жиілікті бөлу (кіру құрылғыларында) жүргізіледі.

Модуляция алдында және демодуляциядан кейін сигналдарды негізгі өңдеу тиісті цифрлық процессорларда жүзеге асырылады.

Ішкі модульдің тарату бөлігінде сандық процессор келесі операцияларды орындайды:

кодтық тізбектерді ауыстыру (ұзақ пакеттік қателерді қорғау үшін);

тесу немесе блокты түзету кодтарын пайдалана отырып қателерді алдын ала түзету (FEC) ;

скремблирлеу (сандық сигналдардың статистикалық қасиеттерін жақсарту үшін));

келесі көп деңгейлі модуляция үшін синфазалық (I) және квадраттық (Q) арналардың сандық ағындарын қалыптастыру 

Цифрлық-аналогтық түрлендіргіште (ЦАП) қолданылатын модуляция түріне сәйкес I және Q арналардың цифрлық ағындарынан көп деңгейлі сигналдар қалыптасады. Мысалы, 4фм модуляциясында 2-деңгейлі сигналдар, ал 16КАМ - төрт деңгейлі сигналдар қолданылады. Бұл сигналдар аралық жиіліктегі тербелістерді басқаратын модуляторға (Мд) түседі. Қызметтік сигналдардың модуляторы (Мтқс) трафик сигналына сыртқы блокта бөлінетін, оның жұмысын басқару үшін қажетті қызметтік сигналдарды қосады.

Аралық жиіліктің модуляцияланған сигналы коаксиалды кабель арқылы сыртқы блокқа сүзу құрылғысы (УК) арқылы өтеді. Алдын ала аралық жиілік сигналы әр түрлі қызметтік ақпаратпен және жүйені басқарудың сандық деректерімен қосымша модуляцияланады.

Ішкі модульдің қабылдау бөлімінде тарату бөлігінде жүргізілген кері операциялар жүргізіледі. Қабылдау бөлмесінің кіруіне коаксиалды кабель бойынша сыртқы блоктан аралық жиілік сигналы түседі. Кабельдегі өзара әсерлерді жою үшін аралық тарату және қабылдау жиілігі сигналдары әртүрлі болып таңдалады (тарату үшін - 300 - 800 МГц, қабылдау үшін, көбінесе 70 МГц).

Осы кабельдің орталық желісі мен орамасы бойынша жабдықтың сыртқы модуліне қуат беріледі (20 - 80 В тұрақты ток).

Сыртқы модуль таратқыш пен қабылдағышты қамтиды және антеннаға тікелей жақын орналасқан антенна тірегіне орнатылады немесе оған түйіседі.

Таратқыш аралық жиілік сигналын жиіліктердің жұмыс ауқымына түрлендіреді және шығыс сәулеленудің қажетті қуатын қамтамасыз етеді. Осы мысалда таратқыш трактісінің құрылымдық сұлбасы қызметтік байланыс демодуляторынан басталады,онда сыртқы модуль жұмысын басқару және оның параметрлерін бақылау үшін сигналдар бөлінеді. Аралық жиіліктің негізгі сигналы араластырғыштан (СМ) және беретін генератордан тұратын жиілік түрлендіргішінің кіруіне ӨСБ (КБЧ) қуатты күшейткіші арқылы келіп түседі. Берілген генератордың тербелістері гетеродинді жиіліктер блогында пайда болады.

Түрлендіргіш процесінде алынған, беруші генератордың көтергіш жиілігінен және екі бүйірлік жолақтан тұратын сигнал АЖЖ (УСВЧ) күшейту блогына жолақтық сүзгі (ПФ) арқылы түседі. Жолақ сүзгісі түрлендірілген сигналдан олардың бір бүйір жолақтарын бөледі. Әдетте қазіргі заманғы аппаратурада УСВЧ алдында таратқыштың сәулеленетін қуатын реттеуге арналған басқарылатын аттенюатор орнатылады. Бұл аттенюатор трассада сигналдың таралу шарттарына байланысты таратқыштың қуатын бейімдеп реттеу жүйесінің (АЖО) жұмысын қамтамасыз етеді.

Таратқыштың амплитудалық сипаттамасының сызықтық жақсартуы үшін үшінші гармоника бойынша бұрмалау компенсаторлары қолданылады, олар ӨБ (ПсК) трактісінде немесе СВЧ трактісінде (LNZ) орнатылуы мүмкін.

Таратқыштың шығу сигналы келесі функцияларды орындайтын бөлгіш сүзгілердің блоктары (РФ) арқылы антеннаға өтеді:

- көп оқпанды жұмыс кезінде әртүрлі радиожиіліктердің сигналдарын бөлу;

- қабылдағыштар мен таратқыштардың жұмысын бір антенна арқылы қамтамасыз ету;

- арналық жиіліктік жоспарлар кезінде әртүрлі поляризация сигналдарын бөлу;

- қабылдағыштарды, таратқыштарды және Антенналарды келісуді қамтамасыз ету.

Қабылдағыш сигналды жұмыс диапазонынан аралық жиілікке түрлендіреді және бұл сигналды қажетті деңгейге дейін күшейтеді.

Сурет 4.2-NEC фирмасының PASOLINK жабдығының Сыртқы блогы

Pasolink радиорелелік жабдығының сыртқы блогы көрсетілген. Параболикалық антеннаның диаметрі 45 см және қабылдау-тарату блогымен тікелей толқындарсыз қосылады. Антенналық тірекке модульді бекітуге арналған элементтер антенналық блокта орналасады және тік және көлденең жазықтықтарда түзету құрылғылары болады. Қабылдау-тарату блогын ауыстыру, баптау және алдын алу үшін антенналық блоктан оңай ажыратуға болады. Қабылдағыш таратқышқа үлкен диаметрлі (0,6 және 1,2 м) антенналар қосылуы мүмкін.

Сыртқы блок үй-жайда орналасқан ішкі блоктармен, коаксиалды кәбілмен жалғанады. Қазіргі заманғы модемдік жабдық – бұл орталық немесе жергілікті компьютердің басқаруында жұмыс істейтін жеңіл өзгермелі кешен.

.

Ішкі блокта (IDU) мультиплексирлеуді, коммутацияны және пайдаланушының барлық интерфейстерін қоса алғанда, негізгі жолақтың сигналын өңдеу блоктары орналасқан.

Телефон бағанасының топтық сигналы спектрінің мысалы 4.4-суретте келтірілген.

Сурет 4.4-телефон бағанасының топтық сигналының сызықтық спектрі:

1-CC (қызметтік байланыс сигналдары, топтық спектрдің төменгі бөлігінде жеке тар жолақты арна); 2 – МТфС (көпарналы телефон хабарламасы); 3, 4-СЗВ1, СЗВ2 (дыбыстық хабар тарату сигналдары 1, 2);

5-КС (пилот-сигнал); f-жиілік

Пилот-сигнал-резервтік арнаны пайдалану туралы шешім қабылдау кезінде сигналдың рұқсат етілген деңгейін бақылауды жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

57. РРЖ-дағы сыртқы блоктың тағайындалуы туралы жазыңыз

Қазіргі заманғы микротолқынды жабдық бір немесе бірнеше кабельмен қосылған ішкі және сыртқы модульдерден тұрады. Кабельдердің ұзындығы бірнеше жүз метр болуы мүмкін.

Ішкі модуль, үй-жайда орнатылған, бастапқы цифрлық ағындарға арналған кіру және шығу интерфейстерін, бақылау және басқару модемдері мен құрылғыларын қамтитын кіру торабы. Кіріс және шығыс интерфейстері электрлік (ЭИ) немесе оптикалық (ОИ) болуы мүмкін, және де аппаратураның кейбір типтері екі интерфейсті қамтиды немесе олар тапсырыс бойынша орнатылады.

Интерфейстерде цифрлық ағындарды мультиплексирлеу аппаратурасынан кабельдер бойынша келіп түсетін сигналдарды келісу, кодтарды түрлендіру (квазитроиялық nrz және кері) және тактілік жиілікті бөлу (кіру құрылғыларында) жүргізіледі.

Модуляция алдында және демодуляциядан кейін сигналдарды негізгі өңдеу тиісті цифрлық процессорларда жүзеге асырылады.

Ішкі модульдің тарату бөлігінде сандық процессор келесі операцияларды орындайды:

кодтық тізбектерді ауыстыру (ұзақ пакеттік қателерді қорғау үшін);

тесу немесе блокты түзету кодтарын пайдалана отырып қателерді алдын ала түзету (FEC) ;

скремблирлеу (сандық сигналдардың статистикалық қасиеттерін жақсарту үшін));

келесі көп деңгейлі модуляция үшін синфазалық (I) және квадраттық (Q) арналардың сандық ағындарын қалыптастыру 

Цифрлық-аналогтық түрлендіргіште (ЦАП) қолданылатын модуляция түріне сәйкес I және Q арналардың цифрлық ағындарынан көп деңгейлі сигналдар қалыптасады. Мысалы, 4фм модуляциясында 2-деңгейлі сигналдар, ал 16КАМ - төрт деңгейлі сигналдар қолданылады. Бұл сигналдар аралық жиіліктегі тербелістерді басқаратын модуляторға (Мд) түседі. Қызметтік сигналдардың модуляторы (Мтқс) трафик сигналына сыртқы блокта бөлінетін, оның жұмысын басқару үшін қажетті қызметтік сигналдарды қосады.

Аралық жиіліктің модуляцияланған сигналы коаксиалды кабель арқылы сыртқы блокқа сүзу құрылғысы (УК) арқылы өтеді. Алдын ала аралық жиілік сигналы әр түрлі қызметтік ақпаратпен және жүйені басқарудың сандық деректерімен қосымша модуляцияланады.

Ішкі модульдің қабылдау бөлімінде тарату бөлігінде жүргізілген кері операциялар жүргізіледі. Қабылдау бөлмесінің кіруіне коаксиалды кабель бойынша сыртқы блоктан аралық жиілік сигналы түседі. Кабельдегі өзара әсерлерді жою үшін аралық тарату және қабылдау жиілігі сигналдары әртүрлі болып таңдалады (тарату үшін - 300 - 800 МГц, қабылдау үшін, көбінесе 70 МГц).

Осы кабельдің орталық желісі мен орамасы бойынша жабдықтың сыртқы модуліне қуат беріледі (20 - 80 В тұрақты ток).

Сыртқы блок үй-жайда орналасқан ішкі блоктармен, коаксиалды кәбілмен жалғанады. Қазіргі заманғы модемдік жабдық – бұл орталық немесе жергілікті компьютердің басқаруында жұмыс істейтін жеңіл өзгермелі кешен.

58. РРС-дағы ішкі блоктың тағайындалуы туралы жазыңыз

Көп арналы телефония сигналдарын беру үшін де, теледидар сигналдарын беру үшін де үлкен және орташа сыйымдылықтағы РРЛ қабылдағыш-таратқыш жабдығы бірдей жарамды. Телефон және теледидар оқпандарының соңғы жабдықтары әртүрлі.

Қазіргі заманғы микротолқынды жабдық бір немесе бірнеше кабельмен қосылған ішкі және сыртқы модульдерден тұрады. Кабельдердің ұзындығы бірнеше жүз метр болуы мүмкін.

Ішкі модуль, үй-жайда орнатылған, бастапқы цифрлық ағындарға арналған кіру және шығу интерфейстерін, бақылау және басқару модемдері мен құрылғыларын қамтитын кіру торабы. Кіріс және шығыс интерфейстері электрлік (ЭИ) немесе оптикалық (ОИ) болуы мүмкін, және де аппаратураның кейбір типтері екі интерфейсті қамтиды немесе олар тапсырыс бойынша орнатылады.

Интерфейстерде цифрлық ағындарды мультиплексирлеу аппаратурасынан кабельдер бойынша келіп түсетін сигналдарды келісу, кодтарды түрлендіру (квазитроиялық nrz және кері) және тактілік жиілікті бөлу (кіру құрылғыларында) жүргізіледі.

Модуляция алдында және демодуляциядан кейін сигналдарды негізгі өңдеу тиісті цифрлық процессорларда жүзеге асырылады.

Ішкі модульдің тарату бөлігінде сандық процессор келесі операцияларды орындайды:

кодтық тізбектерді ауыстыру (ұзақ пакеттік қателерді қорғау үшін);

тесу немесе блокты түзету кодтарын пайдалана отырып қателерді алдын ала түзету (FEC) ;

скремблирлеу (сандық сигналдардың статистикалық қасиеттерін жақсарту үшін));

келесі көп деңгейлі модуляция үшін синфазалық (I) және квадраттық (Q) арналардың сандық ағындарын қалыптастыру 

Цифрлық-аналогтық түрлендіргіште (ЦАП) қолданылатын модуляция түріне сәйкес I және Q арналардың цифрлық ағындарынан көп деңгейлі сигналдар қалыптасады. Мысалы, 4фм модуляциясында 2-деңгейлі сигналдар, ал 16КАМ - төрт деңгейлі сигналдар қолданылады. Бұл сигналдар аралық жиіліктегі тербелістерді басқаратын модуляторға (Мд) түседі. Қызметтік сигналдардың модуляторы (Мтқс) трафик сигналына сыртқы блокта бөлінетін, оның жұмысын басқару үшін қажетті қызметтік сигналдарды қосады.

Аралық жиіліктің модуляцияланған сигналы коаксиалды кабель арқылы сыртқы блокқа сүзу құрылғысы (УК) арқылы өтеді. Алдын ала аралық жиілік сигналы әр түрлі қызметтік ақпаратпен және жүйені басқарудың сандық деректерімен қосымша модуляцияланады.

Ішкі модульдің қабылдау бөлімінде тарату бөлігінде жүргізілген кері операциялар жүргізіледі. Қабылдау бөлмесінің кіруіне коаксиалды кабель бойынша сыртқы блоктан аралық жиілік сигналы түседі. Кабельдегі өзара әсерлерді жою үшін аралық тарату және қабылдау жиілігі сигналдары әртүрлі болып таңдалады (тарату үшін - 300 - 800 МГц, қабылдау үшін, көбінесе 70 МГц).

Осы кабельдің орталық желісі мен орамасы бойынша жабдықтың сыртқы модуліне қуат беріледі (20 - 80 В тұрақты ток).

Сыртқы модуль таратқыш пен қабылдағышты қамтиды және антеннаға тікелей жақын орналасқан антенна тірегіне орнатылады немесе оған түйіседі.

Таратқыш аралық жиілік сигналын жиіліктердің жұмыс ауқымына түрлендіреді және шығыс сәулеленудің қажетті қуатын қамтамасыз етеді. Осы мысалда таратқыш трактісінің құрылымдық сұлбасы қызметтік байланыс демодуляторынан басталады,онда сыртқы модуль жұмысын басқару және оның параметрлерін бақылау үшін сигналдар бөлінеді. Аралық жиіліктің негізгі сигналы араластырғыштан (СМ) және беретін генератордан тұратын жиілік түрлендіргішінің кіруіне ӨСБ (КБЧ) қуатты күшейткіші арқылы келіп түседі. Берілген генератордың тербелістері гетеродинді жиіліктер блогында пайда болады.

Түрлендіргіш процесінде алынған, беруші генератордың көтергіш жиілігінен және екі бүйірлік жолақтан тұратын сигнал АЖЖ (УСВЧ) күшейту блогына жолақтық сүзгі (ПФ) арқылы түседі. Жолақ сүзгісі түрлендірілген сигналдан олардың бір бүйір жолақтарын бөледі. Әдетте қазіргі заманғы аппаратурада УСВЧ алдында таратқыштың сәулеленетін қуатын реттеуге арналған басқарылатын аттенюатор орнатылады. Бұл аттенюатор трассада сигналдың таралу шарттарына байланысты таратқыштың қуатын бейімдеп реттеу жүйесінің (АЖО) жұмысын қамтамасыз етеді.

Таратқыштың амплитудалық сипаттамасының сызықтық жақсартуы үшін үшінші гармоника бойынша бұрмалау компенсаторлары қолданылады, олар ӨБ (ПсК) трактісінде немесе СВЧ трактісінде (LNZ) орнатылуы мүмкін.

Таратқыштың шығу сигналы келесі функцияларды орындайтын бөлгіш сүзгілердің блоктары (РФ) арқылы антеннаға өтеді:

- көп оқпанды жұмыс кезінде әртүрлі радиожиіліктердің сигналдарын бөлу;

- қабылдағыштар мен таратқыштардың жұмысын бір антенна арқылы қамтамасыз ету;

- арналық жиіліктік жоспарлар кезінде әртүрлі поляризация сигналдарын бөлу;

- қабылдағыштарды, таратқыштарды және Антенналарды келісуді қамтамасыз ету.

Қабылдағыш сигналды жұмыс диапазонынан аралық жиілікке түрлендіреді және бұл сигналды қажетті деңгейге дейін күшейтеді.

Сурет 4.2-NEC фирмасының PASOLINK жабдығының Сыртқы блогы

Pasolink радиорелелік жабдығының сыртқы блогы көрсетілген. Параболикалық антеннаның диаметрі 45 см және қабылдау-тарату блогымен тікелей толқындарсыз қосылады. Антенналық тірекке модульді бекітуге арналған элементтер антенналық блокта орналасады және тік және көлденең жазықтықтарда түзету құрылғылары болады. Қабылдау-тарату блогын ауыстыру, баптау және алдын алу үшін антенналық блоктан оңай ажыратуға болады. Қабылдағыш таратқышқа үлкен диаметрлі (0,6 және 1,2 м) антенналар қосылуы мүмкін.

Сыртқы блок үй-жайда орналасқан ішкі блоктармен, коаксиалды кәбілмен жалғанады. Қазіргі заманғы модемдік жабдық – бұл орталық немесе жергілікті компьютердің басқаруында жұмыс істейтін жеңіл өзгермелі кешен.

.

Ішкі блокта (IDU) мультиплексирлеуді, коммутацияны және пайдаланушының барлық интерфейстерін қоса алғанда, негізгі жолақтың сигналын өңдеу блоктары орналасқан.

Телефон бағанасының топтық сигналы спектрінің мысалы 4.4-суретте келтірілген.

Сурет 4.4-телефон бағанасының топтық сигналының сызықтық спектрі:

1-CC (қызметтік байланыс сигналдары, топтық спектрдің төменгі бөлігінде жеке тар жолақты арна); 2 – МТфС (көпарналы телефон хабарламасы); 3, 4-СЗВ1, СЗВ2 (дыбыстық хабар тарату сигналдары 1, 2);

5-КС (пилот-сигнал); f-жиілік

Пилот-сигнал-резервтік арнаны пайдалану туралы шешім қабылдау кезінде сигналдың рұқсат етілген деңгейін бақылауды жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

59. РРЛ жобалау қалай жазыңыз

Тікелей көрінетін РРЖ құрылысы байланыс желісін жобалаудан басталады.

Жобалауды шартты түрде келесі кезеңдерге бөлуге болады:

7) жұмыс жиілігін анықтау (рұқсат алу, ЭМҮ бағалау);

8) трассаны таңдау (станциялардың орналасқан жері, жергілікті жер бедерін есепке алу, Электрмен қоректендірудің және т. б. болуы.);

9) Антенналарды ілу биіктігін анықтау (аралықтың профилін құру));

10) жабдықты таңдау (техникалық сипаттамалар, қызмет көрсету));

11) байланыс тұрақтылығын тексеру (қателіктер бойынша нормаларды орындау));

12) нәтижелерді талдау.

Егер жобаны Тапсырыс беруші мақұлдаса, жабдықты монтаждауға және пайдалануға беруге кіріседі.

Сигнал жиілігіне таратқыштың қуатын шектеу кезінде қамтамасыз етуге болатын аралықтың ең үлкен ұзындығы байланысты. Жиілік көп болған сайын, бос кеңістікте өшу және жаңбыр радиосигналдың таралуына әсері соғұрлым көп.

Қазіргі уақытта РРЛ үшін келесі жиілік диапазондары кеңінен қолданылады:

7-8 ГГц (РРЛ аралығының орташа ұзақтығы 30-40 км құрайды, антенналар 1,5 – 2,5 м диаметрде күшейтудің жоғары коэффициенті бар, гидрометеорлардың әлсіз әсері (жаңбыр, қар, тұман және т. б.), бірақ бұл жиілік диапазонында өте күрделі электромагниттік жағдай бар, көптеген РРЛ бар және осы жиіліктерге рұқсат алу қиын);

10.7-11.7, 12.7-13.2 ГГц (ұшу ұзақтығы 15-30 км, антенналардың шағын габариттері (0,6 м) және салмағы бар, бұл антенна тіректерінің салыстырмалы арзандығын қамтамасыз етеді, гидрометаторлардың әсері артады, қолайсыз электромагниттік жағдай);

14.5-15.35, 17.7-19.7 ГГц (аралықтардың ұзындығы 20 км жетеді, типтік параболикалық антенналардың диаметрі 0,45; 0,6, сигналдардың таралуына гидрометеорлар күшті әсер етеді, электромагниттік жағдай тыныш). Жаңбыр интенсивтілігі 20-160 мм/сағ болған кезде дождта әлсіреуі 1-12 дБ/км болуы мүмкін.

21.2-23.6 ГГц 25.25-27.5 ГГц (орта аралығының ұзындығы 15 км, антенна бар диаметрі 0,3; 0,6 м, әлсіреуі в дождях 3-24 дБ/км, диапазоны пайдалануға рұқсат етілген жерсеріктік байланыс жүйелерінде, сондықтан есептеу кезінде ескеру мүмкіндігі кедергілер).

Жоғарыда келтірілген жиіліктер сирек қолданылады, өйткені аралықтың ұзындығы 10-12 км-ден аспайтын және гидрометеорлар мен атмосферада қатты өшуі.

Келтірілген мәліметтерді ескере отырып, жабдықтың жұмыс жиіліктері таңдалады және аралықтың орташа ұзындығын біле отырып, топографиялық карта бойынша станцияны орналастыру орнын таңдайды. Антенналар орналасатын діңгектер көрші станциялардың тікелей көріну шегінде кедергілер болмайтындай биіктікте орналасады (төбелер, ғимараттар, орман алқабы).

Установите приложение на смартфон и работайте офлайн

5.1 сурет-топографиялық картадағы РРЛ трассасы

Таратқыш энергиясының негізгі бөлігі айналу эллипсоидін ұсынатын Френельдің ең аз аймағының ішінде қабылдау антеннасының жағына таралады,оның үлкен осінің шеттерінде тарату және қабылдау антенналары орнатылады. Аралықтың кез келген нүктесінде Френельдің ең аз аймағының радиусын мына формула бойынша анықтауға болады:

, м

мұнда-аралықтағы рельефтің ең жоғары нүктесінің салыстырмалы координаты;

R0-аралықтың ұзындығы, м;

λ-толқын ұзындығы, м;

Rj-кедергі нүктесіне дейінгі қашықтық, М.

60. Антенна тіректерінің биіктігін қалай анықтауға болады?

Оның бір текті құрылымы мен биіктіктегі сыну коэффициентінің өзгеруінен атмосферада рефракция деп аталатын радиотолқындар траекториясының қисаюы болады. Рефракция құбылысы РРЛ антенналарының тікелей көріну шегінде радиотолқындардың таралуына елеулі әсер етеді. Планеталардың сфералық-қабатты атмосфераларындағы рефракция сипаты G= dN/dh ретінде анықталатын атмосфераның сыну индексінің биік градиентімен анықталады, мұнда N – атмосфераның сыну индексі.

Атмосфераның сыну индексінің тік градиентінің кездейсоқ өзгеруі кейбір жағдайларда жер бетіне тие алатын радиолуч траекториясының қисаюына алып келеді және бұл ретте қабылданатын сигналдың деңгейін төмендететін дифракцияның әсері туындайды. Жер үсті кедергілерінен антенналардың өзара көрінуін толық жоғалту (байланыстың болмауы) мүмкін.

5.2 сурет-түрлі рефракция кезіндегі радиолуч траекториялары:

2) G>0 теріс рефракция; 2) g=0 рефракция болмауы;

3); g<0 оң рефракция

4) Жер - ионосфераның толқынды арнасының пайда болуы.

Сондықтан РРЛ жобалау кезінде Антенналарды ілу биіктігін таңдау арқылы трассаның жеткілікті жарықтандырылуын қамтамасыз ету маңызды.

Егер жер бетінің тегіс емес биіктігі Δhj ≥ 2h0 болса, аралық қиылысқан болып табылады.

Сурет 5.2-РРЛ аралығының профилі (Антенналарды орнату орындары арқылы өтетін жердің тік қимасы))

Бұл ретте мынадай белгілер қабылданды:

A1, A2-РРЛ қабылдау-тарату антенналары;

h1, h2-Антенналарды ілу биіктігі;

CD, MO, SY-жер бедерінің биіктігі;

M-сыни нүкте (кедергі шыңы);

Zj-жақын формула бойынша анықтауға болатын жердің нақты қисығы

, м

R0-аралықтың ұзындығы, км;

а = 6370 км-жер радиусы;

H (0) - рефракция болмаған кезде ұшудағы Жарық, м;

ΔH (+σ) - 80% уақыт ішінде бар рефракция есебінен сәуленің өзгеруінің орташа мәні (құрылғы, сәйкесінше орташа мәні және тропосфераның диэлектрлік өткізгіштігінің тік градиентінің стандартты ауытқуы), м;

H (+σ) - 80% уақыт ішінде бар, әдетте, H0 тең таңдайды.

м, м.

Ради трассаны және антенналық тіректердің орналасу орнын таңдағаннан кейін, жер бедері мен қисықтығын ескере отырып аралықтың профилін құру. Жергілікті жерді, өсімдіктер мен ғимараттардың биіктігін ескере отырып, Антенналарды ілу биіктігін анықтауға кірісуге болады. Қосымша құрылыстар Н0 , және Н(0) есептелген мәндері бойынша орындалады.

М критикалық нүктесінен ұшып өту профилінде h(0) ауқымында кейінге қалдырылады және H(0) кесіндісінің жоғарғы нүктесі арқылы Антенналарды қосатын сәуле жүргізеді.

Антенналардың ілу биіктігін, егер сәуле көлденең өтетін болса, күрделі рельеф жағдайында антенналардың ілу биіктігін масштабқа сәйкес сурет бойынша анықтайды.

h1 = ON + OM + H (0) – CD, м,

h2 = ON + OM + H (0) - SY, м

Антенналарды ілу биіктігін есептеу бірнеше ерекшеліктерден басқа аналогтық және сандық РРЛ үшін ортақ болып табылады. Үшін, " РРЖ тікелей көру критерийлері анықталды байланыс сапасының нормаларына сәйкес ITU-R. Міндеттері жобалау сәйкестігін тексеру параметрлерінің жобаланған РРЖ осы критерийлер. Оның бір текті құрылымы мен биіктіктегі сыну коэффициентінің өзгеруінен атмосферада рефракция деп аталатын радиотолқындар траекториясының қисаюы болады. Рефракция құбылысы РРЛ антенналарының тікелей көріну шегінде радиотолқындардың таралуына елеулі әсер етеді. Планеталардың сфералық-қабатты атмосфераларындағы рефракция сипаты G= dN/dh ретінде анықталатын атмосфераның сыну индексінің биік градиентімен анықталады, мұнда N – атмосфераның сыну индексі.

Атмосфераның сыну индексінің тік градиентінің кездейсоқ өзгеруі кейбір жағдайларда жер бетіне тие алатын радиолуч траекториясының қисаюына алып келеді және бұл ретте қабылданатын сигналдың деңгейін төмендететін дифракцияның әсері туындайды. Жер үсті кедергілерінен антенналардың өзара көрінуін толық жоғалту (байланыстың болмауы) мүмкін.

5.2 сурет-түрлі рефракция кезіндегі радиолуч траекториялары:

2) G>0 теріс рефракция; 2) g=0 рефракция болмауы;

3); g<0 оң рефракция

4) Жер - ионосфераның толқынды арнасының пайда болуы.

Сондықтан РРЛ жобалау кезінде Антенналарды ілу биіктігін таңдау арқылы трассаның жеткілікті жарықтандырылуын қамтамасыз ету маңызды.

Егер жер бетінің тегіс емес биіктігі Δhj ≥ 2h0 болса, аралық қиылысқан болып табылады.

Сурет 5.2-РРЛ аралығының профилі (Антенналарды орнату орындары арқылы өтетін жердің тік қимасы))

Бұл ретте мынадай белгілер қабылданды:

A1, A2-РРЛ қабылдау-тарату антенналары;

h1, h2-Антенналарды ілу биіктігі;

CD, MO, SY-жер бедерінің биіктігі;

M-сыни нүкте (кедергі шыңы);

Zj-жақын формула бойынша анықтауға болатын жердің нақты қисығы

, м

R0-аралықтың ұзындығы, км;

а = 6370 км-жер радиусы;

H (0) - рефракция болмаған кезде ұшудағы Жарық, м;

ΔH (+σ) - 80% уақыт ішінде бар рефракция есебінен сәуленің өзгеруінің орташа мәні (құрылғы, сәйкесінше орташа мәні және тропосфераның диэлектрлік өткізгіштігінің тік градиентінің стандартты ауытқуы), м;

H (+σ) - 80% уақыт ішінде бар, әдетте, H0 тең таңдайды.

м, м.

Ради трассаны және антенналық тіректердің орналасу орнын таңдағаннан кейін, жер бедері мен қисықтығын ескере отырып аралықтың профилін құру. Жергілікті жерді, өсімдіктер мен ғимараттардың биіктігін ескере отырып, Антенналарды ілу биіктігін анықтауға кірісуге болады. Қосымша құрылыстар Н0 , және Н(0) есептелген мәндері бойынша орындалады.

М критикалық нүктесінен ұшып өту профилінде h(0) ауқымында кейінге қалдырылады және H(0) кесіндісінің жоғарғы нүктесі арқылы Антенналарды қосатын сәуле жүргізеді.

Антенналардың ілу биіктігін, егер сәуле көлденең өтетін болса, күрделі рельеф жағдайында антенналардың ілу биіктігін масштабқа сәйкес сурет бойынша анықтайды.

h1 = ON + OM + H (0) – CD, м,

h2 = ON + OM + H (0) - SY, м

Антенналарды ілу биіктігін есептеу бірнеше ерекшеліктерден басқа аналогтық және сандық РРЛ үшін ортақ болып табылады. Үшін, " РРЖ тікелей көру критерийлері анықталды байланыс сапасының нормаларына сәйкес ITU-R. Міндеттері жобалау сәйкестігін тексеру параметрлерінің жобаланған РРЖ осы критерийлер.