

Дәріс 5

Тақырыбы: Үздіксіз сигналдарды дискретті сигналдарға түрлендіру.
Сигналдарды ұсынудың сандық формасының артықшылықтары

Дәріс жоспары:

1. Модуляцияның негізгі түрлері
2. Үздіксіз модуляция
3. Импульстік модуляция
4. Сигналдың, каналдың физикалық сипаттамаларын келістіру
5. Көп каналды байланыс жүйелері

Байланыс жүйелері хабарламаны тасымалдау үшін қызмет етеді. Хабарлама үздіксіз (сөйлеу, музыка), дискретті (жазба мәтін, цифрлық мәліметтер) болуы мүмкін. Байланыс жүйесінде хабарлама белгілі ретпен байланыс каналымен келіскен сигналға түрлендіріледі.

Радиотелефон мен теледидар – амплитудалық және жиілік модуляциялардың жүйелерін үздіксіз (аналогтық) жүйе түріне жатқызуға болады. Үздіксіз хабарламалар кейде дискреттікке түрлендіріледі (квантталады) және дискреттік жүйелерінің әдістерімен тасылады. Бұған мысал ретінде сөздерді кодты – импульсті модуляция арқылы тасымалдайтын жүйені келтіруге болады.

Хабарламаларды тасымалдағыш түрлері бойынша байланыс жүйелерін – *үздіксіз* және *дискреттік* деп бөледі. Дискреттік жүйеге – телеграф байланыс жүйелерін атауға болады.

Байланыс каналы деп, хабарламаны ақпарат көзінен оның қабылдағышына дейін тасымалдауға қызмет ететін техникалық құралдардың жиынтығын айтады. Оның құрамына – таратқыш, байланыс жолы және қабылдағыш кіреді (1.1-сурет). Байланыс каналы, хабарламаның көзі және ол қабылдағыш байланыс жүйесін құрады.



1.1-сурет – Байланыс каналы

Тасымалдағыш құрылғылары хабарламаны, берілген байланыс жолы бойынша тасымалдауға қолайлы сигналға түрлендіреді. Оған қарапайым мысал, телефонияда бұл операциялар алғашында хабарламаны анықтауыш электрлік емес шамаларды – электрлік шамаларға түрлендіреді.

Жалпы жағдайда, хабарламаны сигналға түрлендіру процесі үш операциядан тұрады: *қайта құру, кодтау және модуляциялау*. Көп каналды байланыс жүйелерінде бірнеше хабарламаларды жалпы бір жол арқылы тасымалдауды қамтамасыз етуші, өзара үш операцияға «көп каналды» сигналдың қалыптасу операциясын қосу шарт.

Байланыс жолы – бұл тасымалдауыштан, қабылдағышқа сигналдарды тасымалдауға қолданылатын орта. Байланыс жолы мәліметтерді тасымалдау ортасынан тәуелсіз мынадай болады:

1. Сымды.
2. Кабельді.
3. Жер бетті және жерсеріктік байланыс радиоканалдары.

Сымды байланыс жолі – элементтерді қандай да бір оқшаулауынсыз, бағаналар арасындағы сымдар.

Кабельдік жолдер мәліметтерді өте жоғарғы жылдамдықпен тасымалдауын қамтамасыз етеді (10 Гбит және жоғары). Жер бетіндегі және жер серіктік байланыс радиоканалдар таратқыштарымен радиотолқындарын қабылдағыш арқылы қалыптастырады. Радиоканалдар әртүрлі. Қысқа, орташа және ұзын толқындары амплитудалық модуляцияның диапазоны, ол қиыр байланысты қамтамасыз етеді. Бірақ, оның тасымалдау жылдамдығы төмен. Ультрақысқа толқындарда ол жоғарғы жылдамдықтармен қамтамасыз етіледі, өйткені онда жиіліктік модуляция қолданылады. Өте жоғары жиіліктер диапазонында (4ГГц-тен жоғары) сигналдары жер ионосферасында шағылыспайды және тұрақты байланысқа таратқыш пен қабылдағыш бір-біріне көрініп тұруы керек.

Байланыс жолдардың негізгі сипаттамалары:

1. Амплитудалық – жиіліктік сипаттамалар;
2. Өткізкіш жол ағысы;
3. Сигналдың басылуы;
4. Кедергіге төзімділігі;
5. Жолдың соңындағы қиылысқан нысаналар;
6. Өткізгіштік қабілеті;
7. Мәліметтерді тасымалдағыштың нақтылығы;
8. Меншікті құны.

Байланыс жолына түскен сигналды гармоникалық қосындысы ретінде қарастыруға болады.

Синусоидалдық сигналдардың байланыс жолында бұрмалау дәрежесі амплитудалық – жиіліктік сипаттамалары мен өткізу жол ағысымен, берілген жиілікте өшуі арқылы бағаланады. Амплитудалық – жиіліктік сипаттама (5.2-сурет) жолдан шығарда, барлық мүмкін жиіліктеріндегі берілетін сигналдардың синусоидалдық амплитудаларының, оның кірудегі амплитудаларымен салыстырғанда сәнетінін көрсетеді. Осы мінездемеде амплитудалар орнына, сигналдың қуаты қолданылады. Амплитудалық – жиіліктік жолдың мінездемесі (сипаттамасы) нақты шығатын сигналдың формасын кезкелген кіретін сигнал арқылы анықтауға мүмкіндік береді.

Амплитудалық – жиіліктік мінездеменің күрделілігіне байланысты,

тәжірибеде басқа да қарапайым сипаттамалары– өткізу жолағы мен басылу қолданылады.



1.2-сурет - Амплитудалық – жиіліктік сипаттама

Өткізгіш жол ағысы – бұл үздіксіз жиіліктік диапазон, онда шығу және кіру сигналы амплитудаларының қатынасы берілген мағынадан аспайды. Әдетте, оның мағынасы 0,5 шамасында. Сонымен, өткізгіш жол ағысы синусоидальды сигналдың жиілігінің диапазонын анықтайды, сондай-ақ бұл сигнал байланыс жолымен ешбір бұрмалаусыз беріледі. Басылу – сигнал амплитудасы немесе қуатының байланыс жолында берілген жиіліктерде тасымалдағандағы салыстырмалы қысқаруы.

Ақпаратты тасымалдау үшін сигналдың екі параметрі керек: *селекциялық* (сұрыптау, іріктеу) және *ақпараттық*.

Селекциялық параметрлер – сигнал мен кедергілердің жиынтығынан, пайдалы сигналдарды бөлуге мүмкіндік береді.

Ақпараттық параметрлер – ақпаратты тасымалдау үшін қызмет етеді.

Тасымалдаушының ақпараттық параметрін тасымалдау – сигналдың заң бойынша өзгеруін басқаруды – *модуляция* деп атайды.

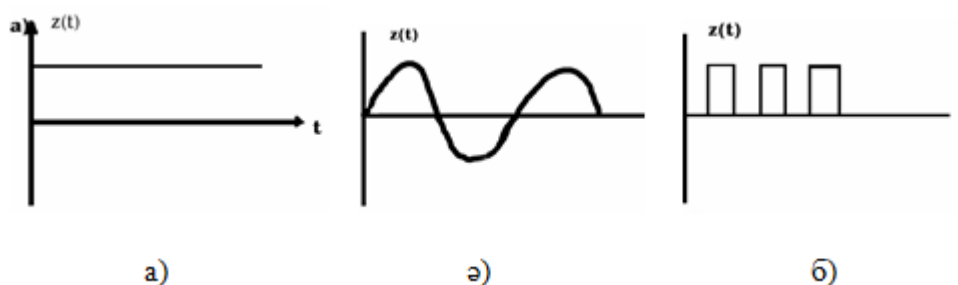
Ақпараттық параметрлер бірнеше болуы мүмкін, солардың бірі, міндетті селекциялық (өзгермейтін) параметр.

Тасымалдаушының параметрінің формасы мен санына байланысты модуляцияның әртүрлі әдістері болуы мүмкін.

Модуляцияның мынандай әдістері бар:

1. Үздіксіз модуляция – тасымалдаушының ақпараттық параметрінің өзгеруі, үздіксіз.
2. Импульстік модуляция – тасымалдаушы рөлінде периодтік импульстердің тізбегі.
3. Дискретті – егер модуляциялағанда ақпараттық параметрі мәнінің сандары санаулы қолданылады (мысал – цифрлық модуляция).

Тасымалдаушы сигналдардың негізгі түрлері 1.3-суретте келтірілген.



1.3-сурет - Ақпаратты тасымалдауыш сигналдардың негізгі түрлері:
а) тұрақты кернеу; б) гармоникалық тербеліс (үздіксіз модуляция); в) периодтық импульстердің тізбегі

Үздіксіз модуляция – тар жиілікті жолақпен дискретті мәліметтерді каналдармен тасымалдағанда қолданылады. Қоғамдық телефон желісінде пайдаланатын тоналдық жиіліктік канал – осы каналдың, типтің өкілі.

Үздіксіз модуляцияда тасымалдауыш ретінде үздіксіз жиілікті гармоникалық тербеліс болып саналады:

$$u = u_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0),$$

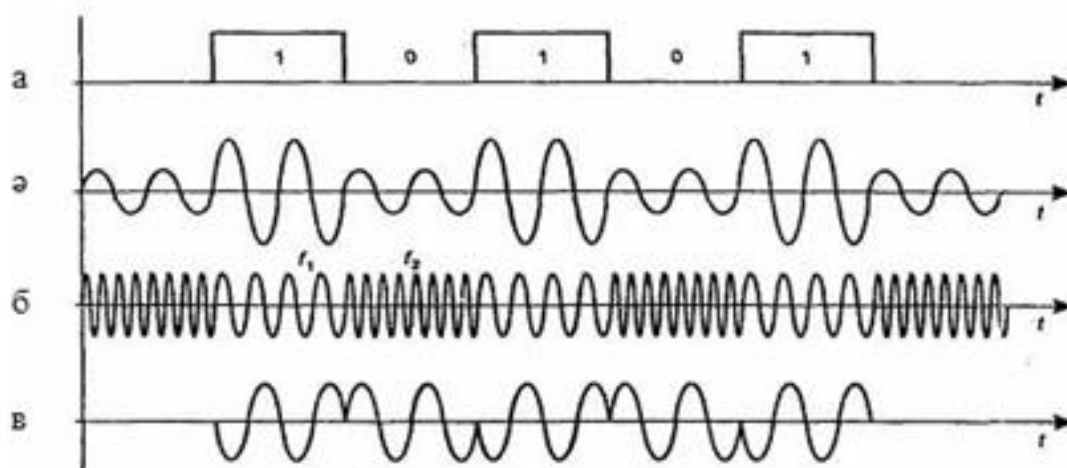
Диаграммада (1.4а-сурет) негізгі ақпараттың бит тізбегі көрсетілген. Ол, логикалық бір үшін жоғарғы деңгей потенциалымен және логикалық нөл үшін, нөлдік деңгей потенциалымен көрсетілген. Мұндай кодтау әдісі – *потенциал коды* деп аталады, ол компьютердің блоктары арасында мәліметтерді тасымалдау кезінде жиі қолданылады.

Амплитудалық модуляция кезінде (1.4б-сурет) логикалық бір үшін жиілік таситын синусоида амплитудасының бір деңгейі, ал логикалық нөлге – басқа деңгейі таңдалады. Бұл әдіс тәжірибеде төменгі кедергі тұрақтылығы үшін таза түрде сирек қолданылады, бірақ модуляцияның басқа түрімен – фазалық модуляциямен қолданылады.

Жиіліктік модуляция кезінде (1.4в-сурет) негізгі мәліметтердің 0 және 1 мәндері әртүрлі жиілікті – f_0 және f_1 синусоидасымен тасылады. Бұл модуляция әдісі модемдерде күрделі схемаларды талап етпейді. Әдетте бұл 300 немесе 1200 бит/с төмен жылдамдықта жұмыс істейтін модемдерде қолданылады.

Фазалық модуляция кезінде (1.4г-сурет) 0 және 1 мәліметтер мәніне бірдей жиілікті сигналдарға сәйкес келеді. Бірақ, әртүрлі фазамен, мысалы 0 және 180 градустары немесе 0,90,180 және 270 градустары.

Жылдамдығы жылдам модемдерде жиі модуляцияның құрамдастырылған әдістері қолданылады, ал ереже бойынша ол амплитудалық пен фазалықтан құрамдалған.



1.4- сурет - Модуляциялардың диаграммасы

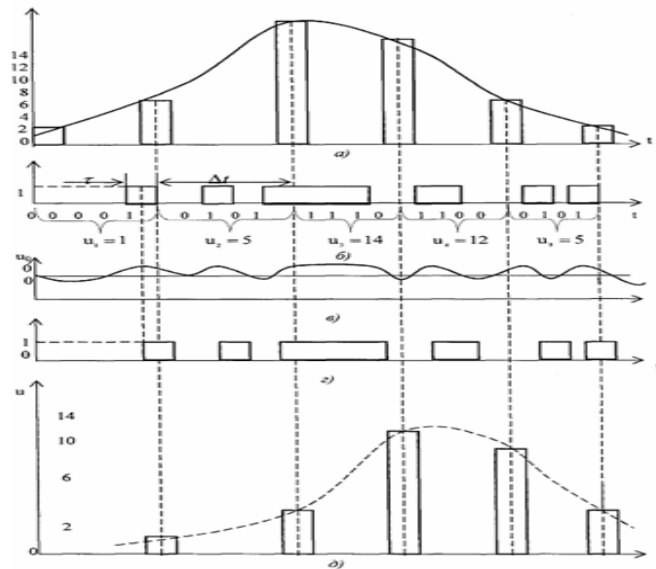
Өте кең тараған цифрлық модуляциялар – импульстік – кодтау модуляциясы, дельта – модуляция және модуляцияның құрамдастырылған түрлері.

Ақпаратты цифрлық әдістермен тасымалдауыштардың құндылықтары:

1. Ақпаратты тасымалдауыштардың сапалылығына – аппаратуралардың тұрақсыз сипаттамалары тән, әлсіз әсер етуі.
2. Жоғарғы кедергі тұрақтылығы.
3. Байланыс жүйесіндегі байланыстарында сигналдардың қайта қалпына келтіру мүмкіндігі.
4. Әртүрлі хабарламаларда сигналдардың универсалды формалары (сөйлеу, телевизиялық бейнелер, дискретті мәліметтер, т.б.).
5. Бұл жүйелердің цифрлық – электрондық машинамен (ЦЭМ) және электронды автоматтық телефон станцияларымен жақсы келісуі.
6. Сигналдардың ЦЭМ арқылы тасымалдауы мен өңдеуін автоматтау мүмкіндігі.

Модуляцияның цифрлық түрлері келесі аймақтарда қолданылады:

Автоматтық телефон станциялары (АТС) арасындағы бірігіп әрекет ететін қосынды желілерін тығыздау, электрондық АТС-пен интегралдық байланыс топшаларын құру, тура көрінетін радиорелейді байланыс желілері және алыс байланыс желілері, жерсеріктік байланыс жүйелері мен телеметрияда.



1.5-сурет - ИКМ принципімен құрылған жүйедегі сигналдардың уақыттық диаграммалары

Модуляцияланған сигналдың спектрінің кеңдігі, модуляцияның түріне байланысты. Соған сәйкес, типтері әртүрлі модуляциямен тасымалданған сигналдардың спектрлерін бағалау өте пайдалы. Өйткені, физикалық деңгейде тасымалдаушы сигналдардың потенциалдық кедергіге төзімділігі, оның спектрінің кеңділігімен анықталады.

Енді әртүрлі үздіксіз модуляция бойынша табылған периодты сигналдардың спектрлерін қарастырайық.

а) Амплитудалық – модуляцияланған гармоникалық сигнал:

$$x(t) = A(t) \sin(\omega_0 t + \varphi_0).$$

Бірнеше хабарламалар бір ортақ байланыс жолы арқылы таралса, онда байланыс жүйе – көп каналды болады.

Көп каналды байланыс жүйесінде бірнеше хабарламаны бір байланыс жолы арқылы таратады [6,16]. Осындай көп каналды жүйенің структуралық схемасы 5.9-суретте көрсетілген .

1. Канал сигналдардың жиілікті бөлінуі кезінде тасымалдағыштардың жиіліктері әртүрлі болады. Сондықтан, каналдық (модуляцияланған) сигналдар жалпы байланыс жол ағысында қиыспайтын жиілік жол ағысында орналасады және олар ортогональды. Қабылдағышта каналдық сигналдар жолақтық фильтрлер көмегімен ыдырайды. Фильтрдің күйге келтіру жиіліктері тасымалдаушылардың жиіліктеріне сәйкес келеді, айқындылық жол ағысы – модуляцияланған сигналдардың спектрінің еніне сәйкес.

Оңтайлы бөлінуді жүргізу үшін екі жағдайдың орындалуы қажет: тасымалдағыш сигналдардың жиіліктері әртүрлі болуы және модуляцияланған сигнал спектрінің еніне тең немесе үлкен интервалға таратылған; сызықты фильтрдің негізгі көрсеткішінің ауытқуы, бөліну

сапалығына әсер етпеуі керек. Сондықтан, каналдар арасында қорғайтын жиілік интервалын қалдыру қажет.

Каналдық тасымалдаушыларды модуляциялау үшін барлық белгілі әдістерді қолдануға болады. Байланыс торабы жиіліктерінің жолақтарын бір жолақты модуляцияда үнемдірек қолданады. Өйткені, бұл жағдайда модуляцияланған сигнал спектрінің ені, пайдалы сигналдың спектрінің еніне тең.

Жиілікті бөлінудің негізгі артықшылығы: іске асырудың оңайлығы, кедергіге жоғары төзімділігі, қандайда болса да, егер байланыс жолының жалпы жол ағысы мүмкіндік берсе, каналдың санын ұйымдастыру қабілеттілігі мен оның ар қарай өркендеуі. Кемшіліктері: каналдар санының көбеюінен, жиілік жүйесі қолданатын жол ағымдарының болмай кеңеюі,

«фильтрлеуге» кеткен шығындар үшін жиілік жолақтарын қолдану кезіндегі төменгі нәтижесі, негізінде көп фильтрден құрылғандықтан, аппараттың үлкендігі мен қымбаттығы.

Өздік жұмысқа арналған сұрақтар

1. Модуляция және демодуляция процедураларының мазмұны?
2. Амплитудалық – модуляцияланған тербелістің өрнегін жазып алыңыз.
3. Жиілік – модуляцияланған тербеліс үшін өрнекті келтіріңіз
4. Импульстік модуляция түрлерінің ерекшеліктері?
5. Ендік – импульстік модуляцияланған тербеліс үшін өрнекті жазып алыңыз.

Тест сұрақтары

1. Бір сәулелі оптикалық талшық ...
А) көп сәулелермен салыстырғанда өткізу қабілеттілігі жоғары;
В) көп сәулелермен салыстырғанда өткізу қабілеті төмен;
С) толқын ұзындығы ядро диаметрінен кем емес бірлік жарық сәулесін ядро арқылы беруге мүмкіндік береді;
D) екі концентрлі қабаттан тұрады: оптикалық қабық және көп қабатты өзек сатылы түрі;
Е) - көп режимді оптикалық талшықтың бір түрі.
2. Байланыс арнасы:
А) хабарламаларды тәуелсіз беруді және қабылдауды қамтамасыз ететін техникалық құралдар; хабарламаларды қабылдау және беру құралдарының өзара жұмыс істеу алгоритмдері мен қағидалары;
В) берілетін хабарламаның параметрлерін қанағаттандыратын байланыс желісі; хабарлама таратқыш; хабарлама қабылдағыш; хабарламаны өңдеу құралдары;

С) ақпаратты қабылдау элементтері; ақпаратты беруге дайындаудың техникалық құралдары; таратқыш және қабылдағыш; декодтау құрылғысы; ақпаратты жинақтау және сақтау құрылғысы;

Д) хабарламаларды беруді қамтамасыз ететін техникалық құралдардың жиынтығы; қабылданған хабарламаларды өңдеу құралдарының жұмыс істеу алгоритмдері мен қағидалары;

Е) хабарламаны беруге дайындаудың техникалық құралы; таратушы құрылғы; байланыс желісі; қабылдаушы құрылғы; қабылданған хабарламаны өңдеудің техникалық құралы.

3. Ақпарат санының логарифмдік өлшемін алғаш рет кім және қашан қойды?

А) р.Фишер, 1921 ж.;

В) к. Шеннон, в1948ж.;

С) р. Хартли, 1928 ж.;

Д) В.А. Котельников, 1933 ж.;

Е) В.А. Котельников, 1947 ж..

4. Хартли формуласының шектеулері қандай болды?

А) ол тек хабарламалар санын қарастырды;

В) ол тек хабарлама таңбаларының пайда болуы үшін ақпарат мөлшерін анықтады ;

С) ақпараттың мөлшерін анықтай отырып, ол оқиғалардың пайда болу ықтималдығын ескермеді;

Д) формула тек ықтималдығы жоғары хабарламалар үшін жарамды ;

Е) формула тек төмен хабарламалар үшін жарамды ықтималдық.

5. Ақпараттың ықтималдық теориясының негізінде К. Шеннон ұғымды қолданады?

А) артық;

В) жеткіліксіздік;

С) жеткіліктілік;

Д) ықтималдығы;

Е) белгісіздік.

Пайдаланылған ақпарат көздерінің тізімі

1 Эм Г.А. Автоматика элементтері және құрылғылары: оқу құралы. – Қарағанды, ҚарМТУ баспасы, 2012. – 146 б.

2 Смағұлова Қ.Қ., Эм Г.А. Автоматика жүйелерінің кешенді жабдықтары: оқу құралы. – Қарағанды, САНАТ полиграфия, 2017. – 147 б.