

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

Ինֆորմատկայի և կիրառական մաթեմատիկայի
ֆակուլտետ

Ծրագրավորման և ինֆորմացիոն տեխնոլոգիաների
ամբիոն

Համակարգչային ցանցեր

Գասպարյան Հ.Վ.
hgasparyan@ysu.am

Երևան 2020

Ազդանշանների սպեկտրալ անալիզ

Հարմոնիկ անալիզի տեսությունից հայտնի է, որ ցանկացած պարբերական պրոցես կարելի է ներկայացնել տարբեր հաճախականություններով և ամպլիտուդաներով սինուսոիդների գումարի տեսքով:

Յուրաքանչյուր սինուսոիդ կոչվում է **հարմոնիկա**:

Հարմոնիկաների համախումբը կոչվում է **սպեկտրալ վերլուծություն** կամ **սպեկտր**:

Ազդանշանի սպեկտրի լայնությունը սինուսոիդների ամենամեծ և ամենափոքր հաճախականությունների տարբերությունն է:

Համակարգչային ցանցերում ազդանշանները փոխանցելիս ենթարկվում են արտաքին և ներքին աղմուկների ազդեցությունների և հարմոնիկաները կարող են աղավաղվել: Արդյունքում ուղղանկյուն իմպուլսները կորցնում են իրենց տեսքը և ընդունիչի կողմից չեն ճանաչվում:

Մպեկտոր

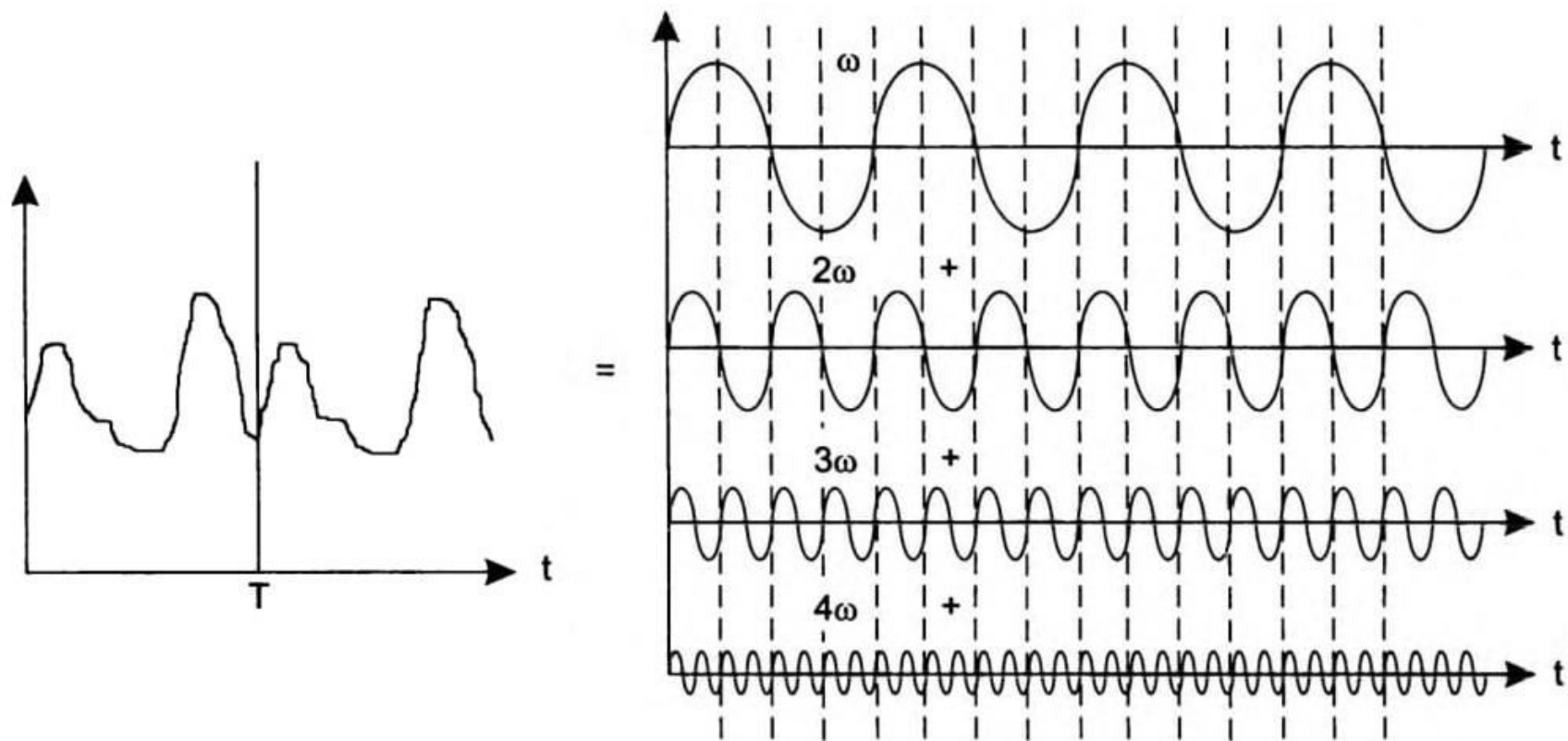


Рис. 7.3. Представление периодического сигнала суммой синусоид

Իմպուլսների աղավաղում

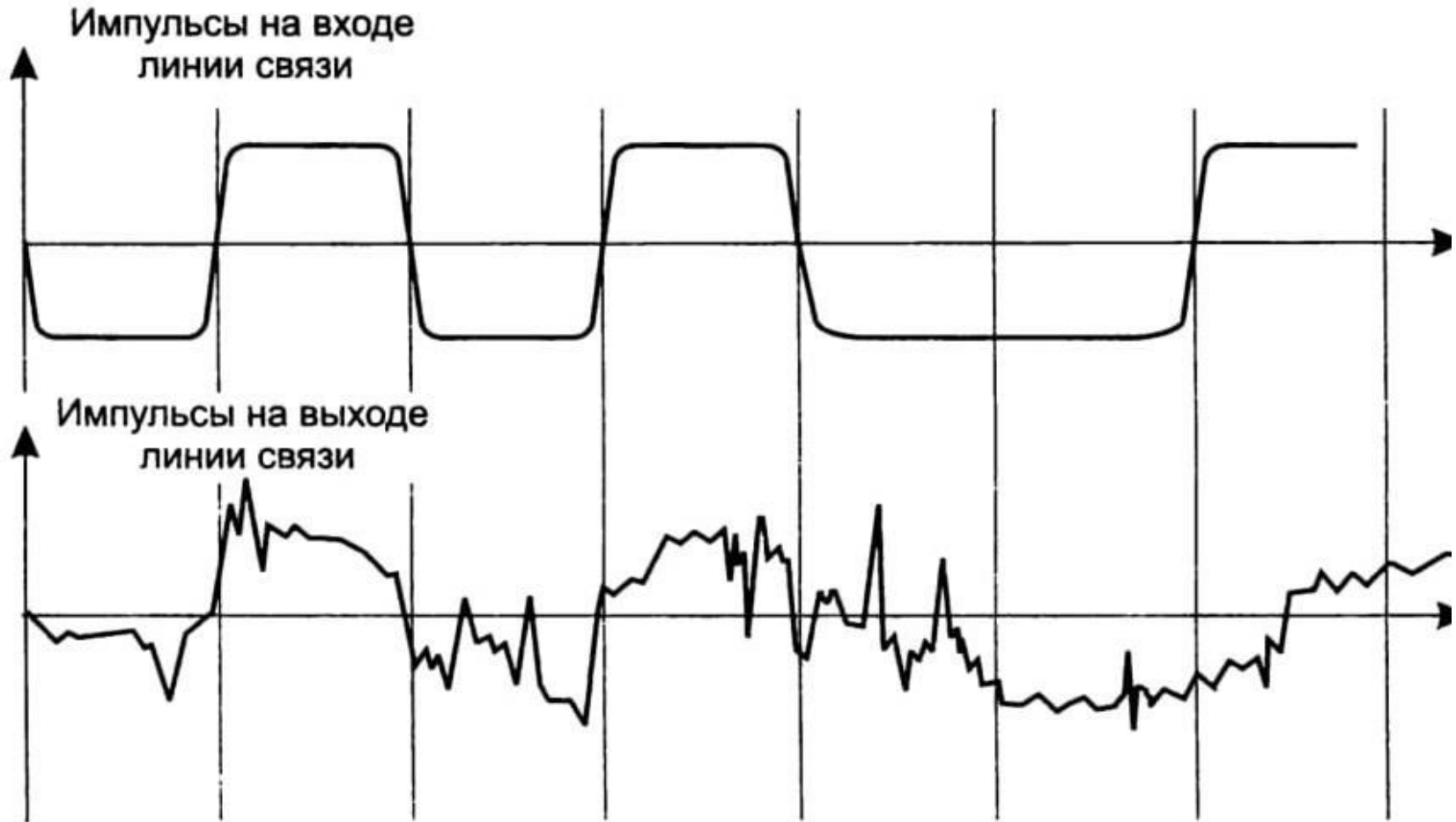


Рис. 7.5. Искажение импульсов в линии связи

Մարում և ալիքային դիմադրություն

Ազդանշանի աղավաղման աստիճանը կախված է մարումից և թողունականության գոտուց:

Մարումը ցույց է տալիս թե ինչպես է փոխվում էտալոնային ազդանշանի հզորությունը տվյալ յկապի գծի ելքում կախված մուտքային ազդանշանի հզորությունից:

Սովորաբար չափման միավորը Դեցիբելն է և հաշվարկվում է.

$$A = 10 \lg P_{out}/P_{in} - \text{որտեղ,}$$

P_{out} ազդանշանի հզորությունն է ելքում, իսկ P_{in} - մուտքում:
Ազդանշանի հզորությունը լինում է բաձարձակ հզորություն, չափվում է վատերով և հարաբերական հզորություն չափվում է դեցիբելներով:

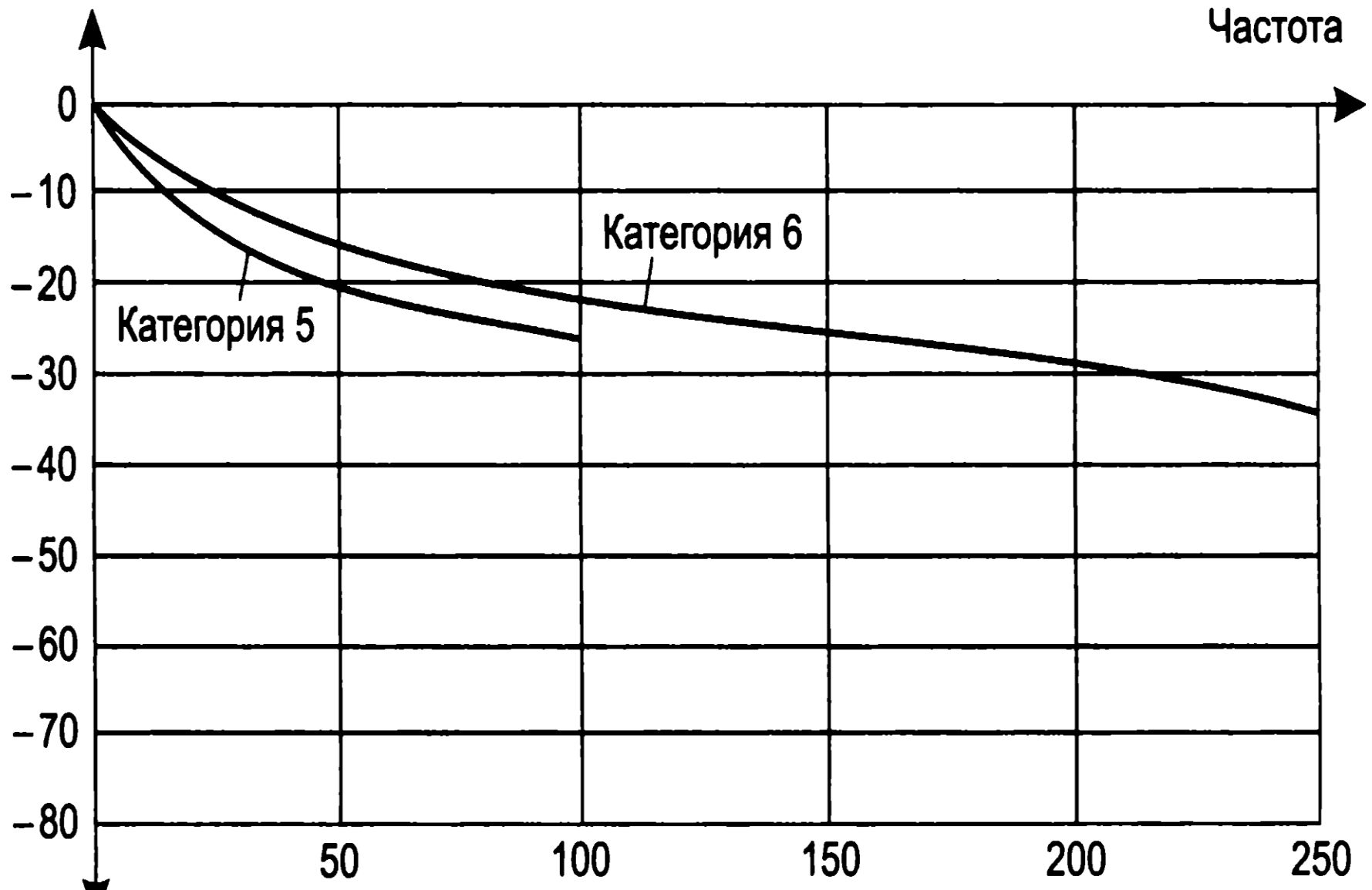
Մարումը բացասական թիվ է և կախված է կապի գծի երկարությունից, լոկալ ցանցերում 100մ, իսկ տարածաշրջանային ցանցերում 1 կմ: Երբեմն վերցնում են բաձարձակ արժեքը:

5-րդ կատեգորիայի մալուխի մարումը -23,6 Դբլ 100 մգհերց հաճախականության և 100 մ երկարության համար:

6-րդ կատեգորիայի մալուխի մարումը -20,6 Դբլ 100 մգհերց հաճախականության և 100 մ երկարության համար:

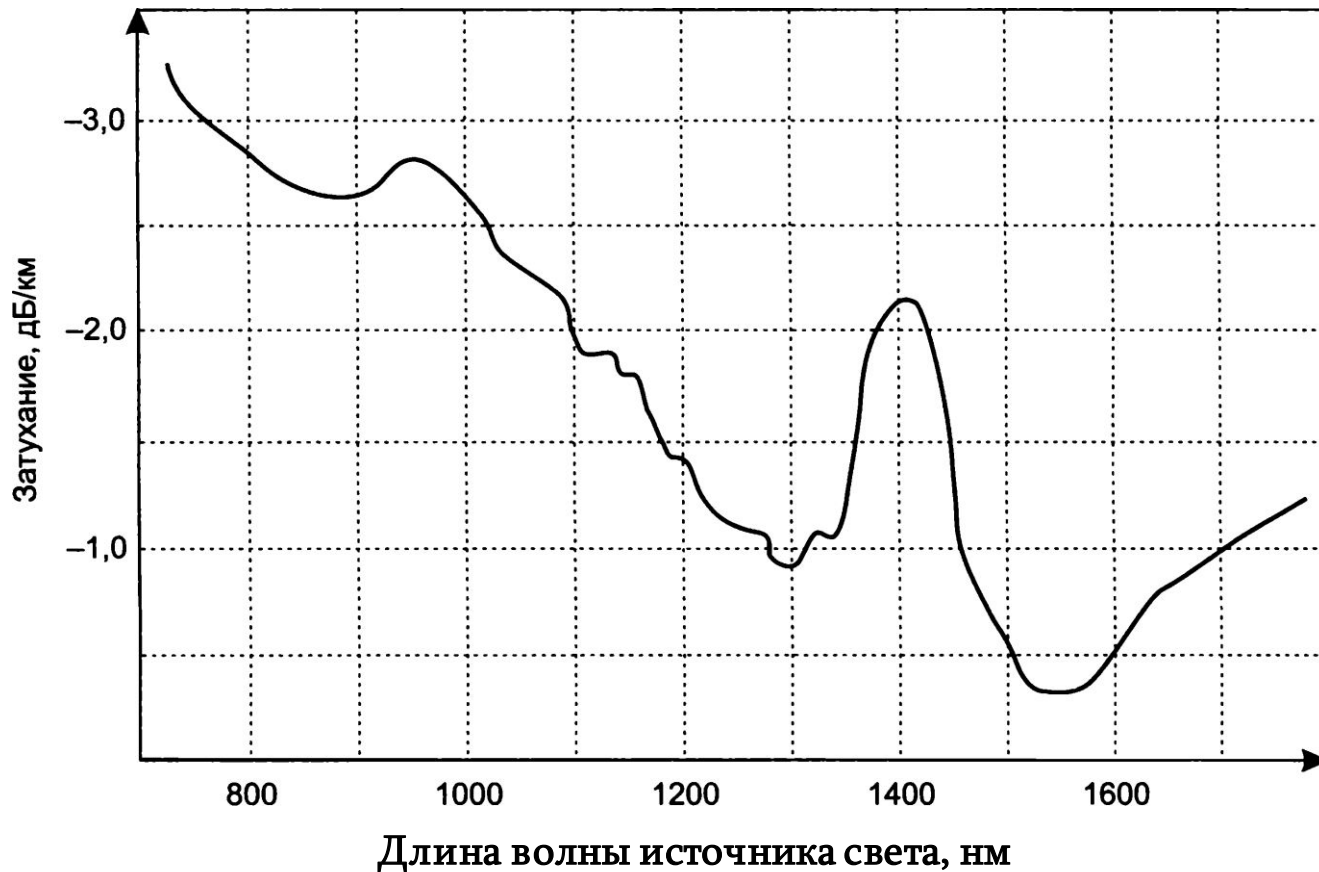
ստացվում է, որ $-20,6 > -23,6$, իսկ $20,6 < 23,6$:

Մարումը 5 և 6 կատ. Ուորված գույգի համար



Մարումը օպտիկական մալուխներում

Օպտիկական մալուխները 1 կմ եղկարության դեպքում ունենում են մարում -0.2 ից -3 : Այսինքն ունեն շատ բարձր որակ: Մարումը հիմնականում կախված է ալիքի երկարությունից:



Ալիքային դիմադրություն

Պղնձյա մալուխներով կապի գծերում կարևոր պարամետր է նաև **ալիքային դիմադրությունը**, այն իրենից ներկայացնում է լրիվ /կոմպլեքս/ դիմադրություն, որին հանդիպում է որոշակի հաճախականությամբ էլեկտրամագնիսական ալիքը երբ տարածվում է համասեռ շխթայում:

Ալիքային դիմադրությանը չափվում է **Օհմ**երով և կախված գծի բազմաթիվ պարամետրերից- ակտիվ դիմադրություն, ինդուկտիվություն, հաճախականություն և այլն:

Հաղորդիչի էլքային դիմադրությունը պետք է համապատասխանի կապի գծի ալիքային դիմադրությանը, հակառակ դեպքում մարումը կլինի շատ բարձր:

Թողունակության գոտի

Թողունակության գոտին հաճախականային անընդհատ մջակայք է, որտեղ էլքային և մուտքային հզորությունների հարաբերությունը կամ մարումը մեծ է որոշակի թվից, սովորաբար- 0.5: Այլ կերպ ասած դա ազդանշանի սինուսոիդի հաճախականության դիապազոն է, որտեղ ազդանշանը փոխանցվում է առանց էական աղավաղումների:

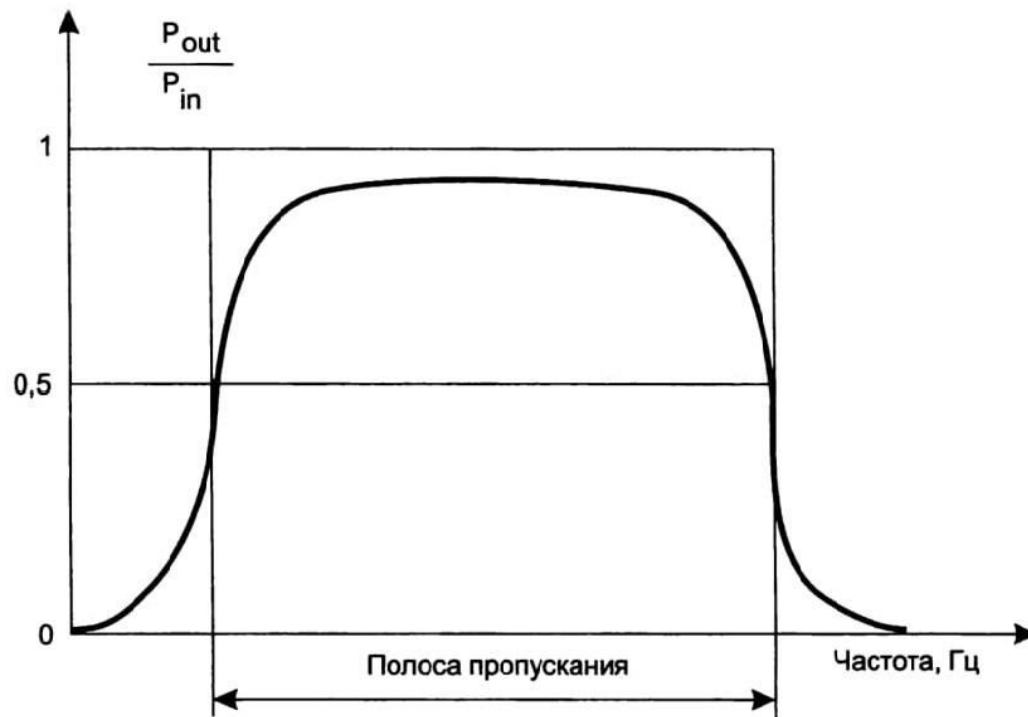


Рис. 7.7. Зависимость затухания от частоты

Աղմկակայունություն

Աղմկակայունությունը որոշում է կապի գծի կարողությունը արտաքին և ներքին աղմուկների ազդեցություններին դիմակայելու համար:

Կապի գծի աղմկակայունություն կախված է օգտագործվող ֆիզիկական միջավայրից:

Համեմատաբար ամենաքիչ աղմկակայուն համարվում են ռադիկապուղիները:

Լավ աղմկակայուն համարվում են պղնձյա հաղորդալարերով մալուխները:

Գերազանց աղմկակայունություն ունեն օպտիկամանրաթելային մալուխները:

Արտաքին աղմուկներից պաշտպանելու համար հաղորդալարերը էկրանավորում են, իսկ ներքին աղմուկներից պաշտպանելու համար ոլորում:

Տվյալների փոխանցման հուսալիություն

Տվյալների փոխանցման հուսալիությունը, դա յուրաքանչյուր փոխանցվող բիթի աղավաղման հավանականությունն է: Երբեմն ասում են նաև **բիթային սխալների ինտենսիվություն** (Bit Error Rate, BER):

Առանց սխալներից լրացուցիչ պաշտպանության, BER-ը սովորական կապի գծերում կազմում է 10^{-4} -իվ մինչև 10^{-6} աստիճան:

Օպտիկական գծերում 10^{-9} աստիճան, սա նշանակում է որ փոխանցված միլիարդ բիթերից միայն մեկը կարող է աղավաղվել:

Ընդհանուր թողունակություն

Կապի գծի թողունակությունը բնութագրում է տվյալների փոխանցման այն մեծագույն արագությունը, որին հնարավոր է հասնել տվյալ կապի գծում:

Թողունակության առանձնահատկությունը կայանում է նրանում, որ այն կախված է ֆիզիկական միջավայրից և տվյալների փոխանցման մեթոդից: Հետևաբար, չի կարելի խոսել կապի գծի թողունակության մասին քանի դեռ չի որոշվել այդ գծի ֆիզիկական մակարդակի արձանագրությունը:

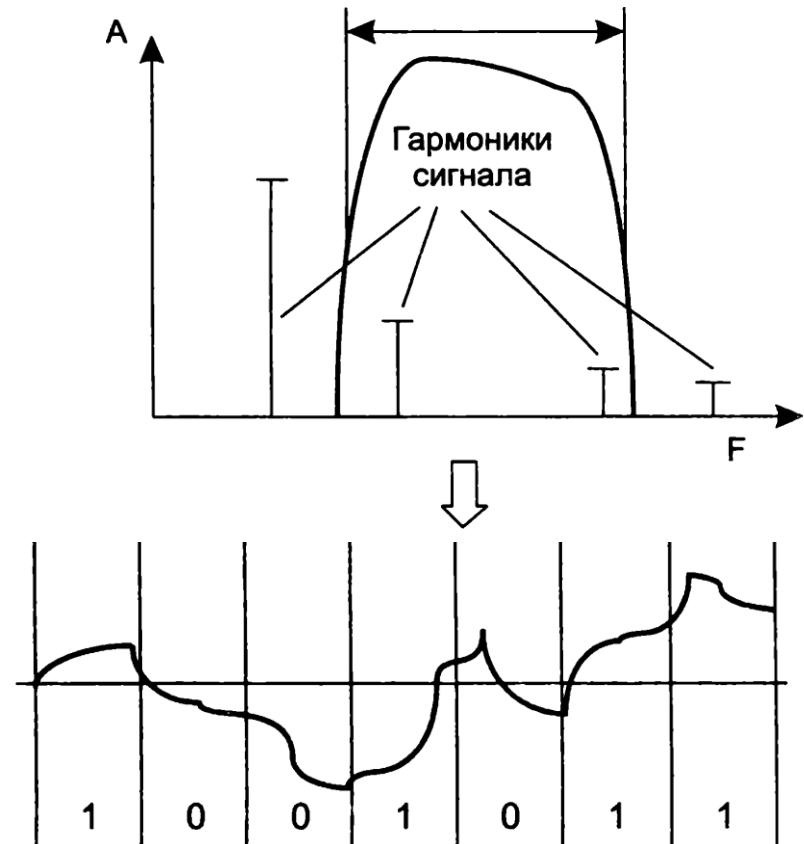
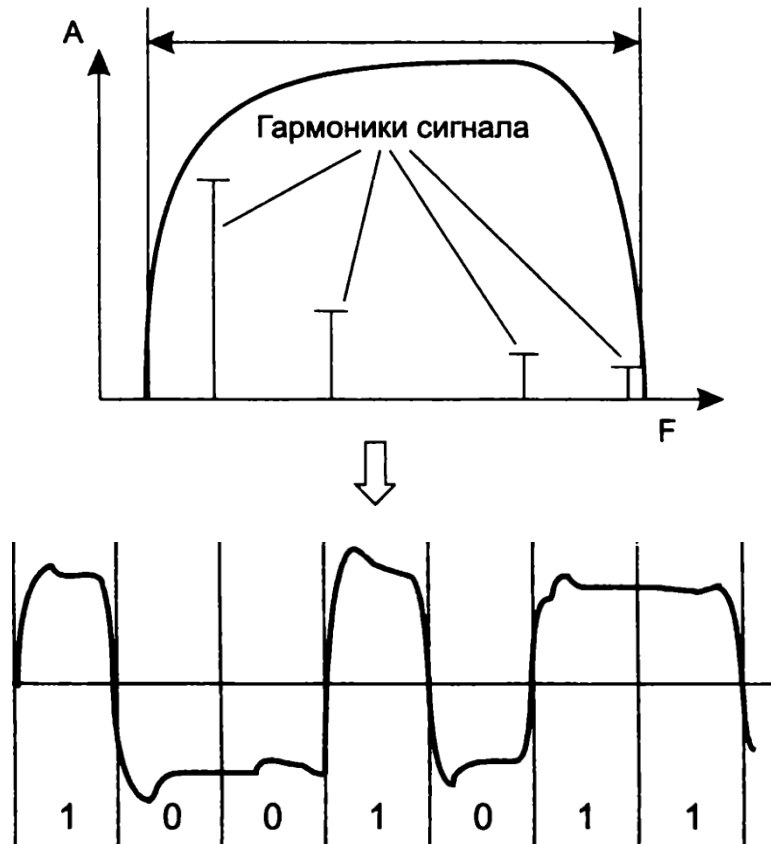
Օրինակ, եթե թվային գծի համար որոշվել է արձանագրություն 100 մբիթ/վրկ ֆիքսված բիթային արագությամբ, ապա թողունակությունը հայտնի է:

Թողունակությունը ինչպես և փոխանցման արագությունը չափվում է **բիթ/վրկ**-ով, կամ **կբիթ/վրկ** ...

Նշենք, որ ցանցային տեխնոլոգիաներում կիլո, մեգա, գիգա միավորները որոշվում են 10-ի աստիճաններով:

Թողունակությունը կախված է նաև փոխանցվող ազդանշանի սպեկտրից:

Ազդանշանի սպեկտրի և թողունակության գոտու կապը



Բիթեր, Բողեր, Տակտեր

Ֆիզիկական կամ գծային կոդավորումը դա դիսկրետ տվյալների ներկայացումն է ազդանշանների տեսքով:

Կոդավորման եղանակից կախված է ազդանշանի սպեկտրը, հետևաբար նաև թողունակությունը:

Օրինակ, եթե 5-րդ կատեգորիայի ոլորված զույգ մալուխի համար, ընտրվում է **100Base-T** կոդավորումով արձանագրությունը, ապա թողունակությունը կլինի 100 մբիթ/վրկ, իսկ եթե **1000Base-T**-ն, ապա թողունակությունը կլինի 1 գբիթ/վրկ:

Ըստ ինֆորմացիայի տեսության ազդանշանի ցանկացած տարբերակելի և անկանխատեսելի փոփոխություն կրում է ինֆորմացիա: Այսեղից հետևում է, սինուսոիդը, որի ամպլիտուդան, ֆազան և հաճախականությունը չեն փոխվում ինֆորմացիա չեն կշում:

Հիմնականում ընտրվում է մեկ պարամետրի փոփոխություն կամ պոտենցիալի նշանի փոփոխություն:

Բիթեր, Բողեր, Տակտեր

Պարբերական ազդանշանը, որի պարամետրերը ենթարկվում են փոփոխության անվանում ենք **Կրող ազդանշան**, իսկ հաճախականությունը **Կրող հաճախականություն**:

Կրող ազդանշանի պարամետրերի փոփոխման պրոցեսը ըստ փոխանցվող ինֆորմացիայի անվանում ենք **Մոդուլյացիա**:

Եթե ազդանշանի պարամետրի փոփոխման 2 արժեք ենք տարբերակում ապա փոխանցվում է 1 բիթ, 4 արժեք 2 բիթ

Հեռակոմունիկացիոն ցանցերում դիսկրետ ինֆորմացիայի փոխանցումը կատարվում է **տակտավորվաաձ**: Այսինքն ազդանշանի փոփոխությունը կատարվում է ժամանակի որոշակի ֆիքսված ինտերվալում, որին անվանում ենք **Տակտ**: Ընդունիչը համարում է , որ յուրաքանչյուր տակտի սկզբուից նոր ինֆորմացիա է գալիս:

Օրինակ եթե տակտը 0.3 է, 1-ը կոդավորվում է 5 վոլտով, և ընդունիչի մոտքում 3 վրկ 5 վոլտ է ապա ընդունվում է 10 հատ 1:

Բիթեր, Բողեր, Տակտեր

Կրող ազդանշանի պարամետրի փոփոխությունների քանակը 1 վարկյանում չափվում է **Բողերով**: 1 բողը պարամետրի մեկ փոփոխությունն է:

Արագությունը բողերով ամբողջությամբ որոշվում է տակտերով: Օրինակ, եթե տակտը 0.1 է, ապա ազդանշանը փոփոխվում է 10 բող արագությամբ:

Ինֆորմացիոն արագությունը չափվում է բիթ/վրկ և ընդհանուր դեպքում չի համընկնում բողային արագության հետ: Կարող է լինել և բարձր և ցածր:

Օրինակ, եթե պարամետրներն են- ֆազան 4 արժեքով 0, 90, 180 և 270 ու ամպլիտուդան 2 արժեքով, ապա ինֆորմացիոն արագությունը բարձր է բողայինից:

Օրինակ, երբեմն փոխանցման հուսալիությունը բարձրացնելու համար, պարամետրի 2 փոփոխություն է կիրառվում 1 վիճակի հաար, ասենք 1-ը իմպուլսի դրական բեվեռայնությամբ 0-ն բացասական: Այս դեպքում բողային արագությունը ավելի բարձր է:

Թողունակության և թողունակության գոտու կապը

Ընդհանուր թողունակության և թողունակության գոտու կապը, անկախ կոդավորման եղանակից առաջին անգամ նկարագրել է Կլոդ Շենոնը՝

$$C = F \log_2 (1 + P_c/P_{\text{ш}}), \text{ որտեղ}$$

C -ն ընդհանուր թողունակությունն է, F -ը թողունակության գոտու լայնությունը, P_c -ը հաղորդիչի հզոչությունը, $P_{\text{ш}}$ -ը աղմուկների հզորությունը:

Օրինակ, եթե բավականին տիպային դեպքում հարաբերություն հավասար է 100, ապա հաղորդիչի հզորություն 2 անգամ բարձրացնելիս թողունակությունը կավելանա 15 տոկոս:

Նայկվիստի բանաձևը – առավել հնարավոր թողունակությունը առանց աղմուկների.

$$C = 2 F \log_2 M,$$

որտեղ M –ը ինֆորմացիոն պարամետրի փոփոխությունների քանակն է: