

TELEKOMMUNIKATSIYA TIZIMLARIDA SIGNALLARNING
NAZARIY ASOSLARI

*O'zbekiston Respublikasi Mudofaa Vazirligi Axborot-kommunikatsiya
texnologiyalari va aloqa harbiy instituti*

Shoxruh Erkin o'g'li Alimardonov

shohruhalimardonov1202@gmail.com

ANNOTATSIYA: *O'zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirligi qo'shinlar boshqaruvi tizimida raqamli ko'rinishdagi signallardan foydalanishni keng targ'ib qilish, qo'shinlarni yagona markazlashgan tizim orqali boshqarish eng muhim ustuvor vazifalardan biri sanaladi. Bu borada olib borilayotgan say harakatlarning natijasida qo'shinlarga bir vaqtning o'zida yakka tartibda hamda guruhli ravishda jangovar boshqaruv signallarining o'z vaqtida yetkazilishi, bu bilan bo'linmalar oldilaridagi jangovar vazifalarni o'z vaqtida kechikmasdan bajarilishiga erishilmoqda. Ushbu maqolada Telekommunikatsiya tizimlaridan foydalangan holda, axborotni masofaga uzatish uchun foydalaniladigan signallarning turlari yotib berilgan.*

ANNOTATION: *The Ministry of Defense of the Republic of Uzbekistan considers the widespread use of digital signals in the army control system, the control of troops through a single centralized system to be one of the most important priority tasks. As a result of the efforts being made in this regard, the timely delivery of combat control signals to the troops, both individually and in groups, is being achieved, thereby achieving the timely and unhindered completion of combat missions in front of the units. This article describes the types of signals used for long-distance transmission of information using telecommunication systems.*

Kalit so'zlar: *Telekommunikatsiya signallari, axborotni uzatish, signal, matematik model, analog signal, diskret signal, raqamli signal, modulyatsiya, demodulyatsiya, chastota, to'lqin modeli, o'tish jarayonlari, determinantlashgan signallar, xususiyiy signallar, kvantlash, spektral tarkib, signal so'nishi, shovqin, kanal o'tish oralig'i, signalning amplitudasi, shartli kvazideterminantlashgan signal, garmonika, poligarmonik signal, kotelnikov teoremasi, signaling analitik ifodasi, raqam-analog o'zgartirgichlar, signalning yo'qolishi, soddalashtirish, gomomorfizm, kvazideterminantlashgan signal, sistemaning o'tish belgilari*

Keywords: *Telecommunications signals, information transmission, signal, mathematical model, analog signal, discrete signal, digital signal, modulation, demodulation, frequency, wave model, transition processes, deterministic signals, eigensignals, quantization, spectral content, signal attenuation, noise, channel*

transition interval, signal amplitude, conditional quasi-deterministic signal, harmonics, polyharmonic signal, Kotelnikov theorem, analytical expression of signaling, digital-to-analog converters, signal loss, simplification, homomorphism, quasi-deterministic signal, system transition characteristics

Signallarni o'rganish jarayonida telekommunikatsiya signallari alohida ahamiyatga ega hisoblanadi. Shu sababli biz ushbu bobda asosan telekommunikatsiya signallarini organamiz. Axborotni uzatish muammosini yechish nuqtai nazaridan qaraganda, xabar, signal va shovqinning matematik modeli aloqa nazariyasi va radioelektronikaning asosi hisoblanadi.

Telekommunikatsiya tizimlaridan foydalangan holda, axborotni masofaga uzatishda turli xil signallardan foydalaniladi. Masalan, radiodiapazonga tegishli ixtiyoriy elektr signallarni radiotexnikaviy signallar deb yuritish mumkin.

Matematik nuqtai nazardan olib qaraganda har qanday telekommunikatsiya signali, uning zaryad, tok yoki kuchlanishining oniy qiymatlarini xarakterlovchi vaqtning qandaydir $u(t)$ funksiyalarini aks ettirishi mumkin.

Har bir signal sinfi o'zining xususiyatlari, ta'rif va tadqiqot usullariga ega. Shuning uchun, axborot uzatish nazariyasida va radiotexnikada signallarning har bir sinfi o'zining matematik ko'rinishi, ya'ni matematik modeliga mos keladi. Signalning matematik modeli deb, signal xususiyatlari haqida xulosa qilish imkonini beruvchi matematik ob'ektlar (funksiyalar, vektorlar va boshqalar) yordamida uning aks ettirilgan ko'rinishiga aytiladi.

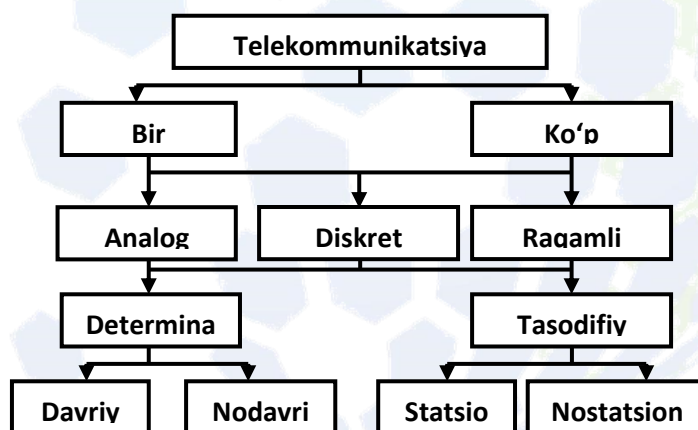
Real radiotexnikaviy signallar strukturasi juda murakkab, ularning yoziladigan matematik modeli esa – abstraktdir. Shuning uchun, signal originali va uning matematik modellari orasida har doim ham, izomorfizm – ya'ni, signal modeli va originali orasidagi to'liq moslikni olish juda qiyin. Real signalning ixtiyoriy analitik ifodasi uning soddalashtirilgan (gomomorfizm – ikkita to'plam ob'ektlari orasidagi moslik) ko'rinishi hisoblanadi. O'xshash soddalashtirishga esa, muhim jihatlariga e'tiborni qaratish va ahamiyatsizlarini chiqarib tashlash yo'li bilan erishiladi. Masalan, signalning spektral ko'rinishini oladigan bo'lsak, bunda asosiy parametr sifatida uning chastotaviy tarkibiga e'tibor beriladi, vaqt esa asosiy bo'lmagan parametr sifatida qaraladi.

Radiotexnikaviy signalning gomomorf modelini olishning yana bir imkoniyati, uning tarkibida bo'lgan bir nechta to'plamlarni bittaga birlashtirishdan iborat. Bunga misol qilib, uzatilayotgan signal hajmi haqidagi tasavvurni keltirish mumkin. Shubhasiz, signal originali va uning gomomorf modellari orasidagi munosabat teng huquqli emas. Soddalashtirishlar natijasida aynan shunga mos matematik apparat

ishlatilib, jarayon tadqiq qilish yo‘li bilan chuqur tushunib yetiladi. Buning uchun, qabul qilingan signal modelini qo‘llanilish chegarasini aniq baholash zarur.

Telekommunikatsiya signallar klassifikatsiyasi. Qandaydir yangi jarayon yoki hodisani o‘rganishga kirishishdan oldin, har doim fanda ularni klassifikatsiyasini keltirishga harakat qilinadi. Telekommunikatsiya signallarni klassifikatsiyalashda asosiy tushunchalar, terminlar va ta’riflar davlat standartlariga muvofiq o‘rnatiladi. Radiotexnikaviy signallar turli xil bo‘lib, ularning bir qator xususiyatlari bo‘yicha qisqacha klassifikatsiyasi 2 – rasmda keltirilgan. Telekommunikatsiya signallarni vaqt va fizik koordinatalar bo‘yicha berilgan matematik funksiya ko‘rinishida qarab chiqish qulay. Bundan kelib chiqib, signallar bir o‘lchamli va ko‘p o‘lchamli signallarga bo‘linadi. Amaliyotda vaqt funksiyasi hisoblangan bir o‘lchamli signallar ko‘proq uchraydi, ko‘p o‘lchamli signal holati esa n – o‘lchamli fazoda aks etadi. Qoidaga ko‘ra ko‘p o‘lchamli signallar yetarli darajada murakkab analitik funksiya yordamida ifodalanadi va ularni raqamli tarzda qayta ishlash maqsadga muvofiq bo‘ladi. O‘z navbatida, ko‘p o‘lchamli signallar bir o‘lchamli signallar to‘plamidan tashkil topgan bo‘lib, uning analitik ifodasini quyidagicha yozish mumkin:

bu yerda, n – signal o‘lchovini ko‘rsatadi va albatta butun sonlar to‘plamiga tegishli.

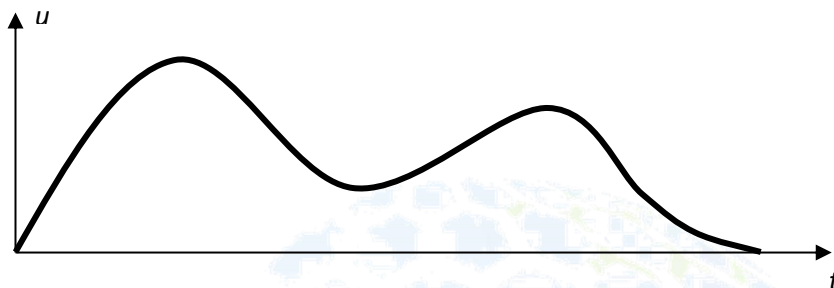


2 – rasm. Telekommunikatsiya signallari klassifikatsiyasi.

Kundalik hayotimizda uchraydigan qatorli va kadrli kuchlanishdan iborat televizion signal uch o‘lchamli signal hisoblanadi.

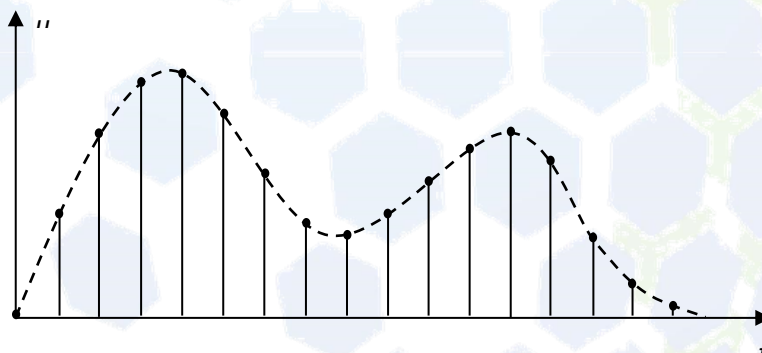
Vaqt bo‘yicha ifodalanish strukturasi o‘ziga xos xususiyatlari bo‘yicha telekommunikatsiya signallari: analog, diskret va raqamli signallarga bo‘linadi.

Agar signal hosil qiluvchi fizik jarayonni, vaqtning uzluksiz funksiyasi $u(t)$ deb ifodalash mumkin bo'lsa, u holda bunday signal analog signal deyiladi. Analog signal deganda, vaqt davomida uzluksiz, ya'ni vaqtning ixtiyoriy nuqtasida qandaydir qiymatga ega bo'lgan signal tushuniladi (2 – rasm).



3 – rasm. Uzluksiz (analog) signal.

Aloqa texnikasi va radioelektronikada diskret signallardan foydalanishga asoslangan impulsli tizimlar keng qo'llaniladi. Diskret signalni oddiy matematik modeli $u_T(t)$ – ko'rinishda bo'lib, u vaqt o'qidagi ketma-ket nuqtalardan iborat bo'ladi va uning har bir nuqtadagi (diskret) qiymati analog signalga mos keladi (3 – rasm).



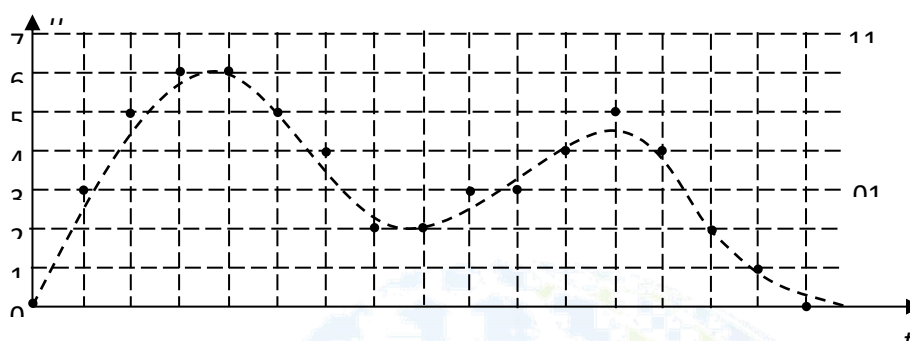
4 – rasm. Diskret signal.

Diskret signalning turli ko'rinishlaridan biri bu raqamli signaldir (4 – rasm). Raqamli signal deganda, diskret qiymatlari sathi cheklangan signallarga aytiladi. Bunga sabab, cheklangan sathlarni ma'lum miqdordagi razryadlarga ega kodlar bilan raqamlab chiqish mumkin bo'lganligi uchundir. Raqamli signalda, signalning diskret qiymati $u_T(t)$, ikkilik koddagi $u_R(t)$ sonlar bilan almashinadi, bu kodlar “1” va “0” raqamlar ketma-ketliklari yordamida ifodalanadi.

Matematik ifodalanishi bo'yicha, hamma telekommunikatsiya signallarini ikkita asosiy guruhga bo'lish qabul qilingan: determinantlashgan (tartibli) va tasodifiy signallar.

Determinantlashgan signallar – oniy qiymati ixtiyoriy vaqt momentida yetarli darajada ma'lum va uni birga teng ehtimollik bilan oldindan aytish mumkin. Misol

uchun, determinantlashgan telekommunikatsiya signali sifatida amplitudasi va vaqt bo'yicha holati oldindan ma'lum garmonik tebranishlarni keltirish mumkin.



5 – rasm. Raqamli signal.

Aniqroq qilib aytganda, determinantlashgan signal o'zida hech qanday axborotni aks ettirmaydi va amalda uning hamma parametrlarini aloqa kanallari bo'yicha bitta yoki bir nechta kodli qiymatlar bilan uzatish mumkin. Determinantlashgan signallar odatda aloqa tizimlarini, radiokanallarni yoki alohida qurilmalarni sinashda va tekshirishda qo'llaniladi.

Determinantlashgan signallar davriy va nodavriy signallarga bo'linadi. Nodavriy signallarga vaqtning chegaralangan intervali davomida noldan farqli chekli energiyaga ega impuls signalni misol qilish mumkin. Bunda uning davomiyligi tizimdagi o'tish jarayonining tugash vaqti bilan belgilanadi.

Davriy signallar garmonik va poligarmonik signallarga bo'linadi. Garmonik signal tarkibida faqat bitta garmonika mavjud bo'lib, unga sinus va kosinus qonuniyati bo'yicha o'zgaruvchi signallarni misol bo'la oladi. Qolgan barcha signallar poligarmonik signallar hisoblanadi va ularning spektral tarkibida juda ko'plab garmonik tashkil etuvchilar mavjud bo'ladi.

Nodavriy signallar ayrim hollarda shartli ravishda deyarli davriy va o'tuvchiga bo'linadi.

Deyarli davriy signal deb, vaqtning ixtiyoriy momentiga tegishli tanlangan qiymati, davrga yaqin bo'lgan ma'lum bir vaqtdan so'ng taxminan takrorlanishi mumkin bo'lgan signalga aytiladi. Davriy signallar bunday signallarning xususiy holidir. Deyarli davriy funksiyalar davrlari har xil bo'lgan bir nechta davriy funksiyalar yig'indisidan hosil bo'ladi, misol uchun, $u(t) = \sin(\omega t) + \sin(123 \omega t) - \cos(456 \omega t)$.

O'tuvchi signallar tizim, qurilma va fizik zanjirlarning o'tish xarakteristikalarini ifodalaydi.

Radioelektronikaning ba'zi bir bo'limlarida, determinantlashgan signallar yetarlicha shartli ravishda, haqiqiy determinantlashgan va kvazideterminantlashgan signallarga bo'linadi (lotinchadan quasi – “go'yoki”, “deyarli”, “o'xshash” degan ma'noni anglatadi). Kvazideterminantlashgan signallar – bir yoki bir nechta noma'lum parametrlari vaqt davomida qisman aniq xarakter bilan o'zgaradigan signallardir. Ular o'lchov texnikasida va metrologiyada ko'proq ishlatiladi. O'z navbatida determinantlashgan va kvazideterminantlashgan signallar, yana ham oddiy matematik formulalar bilan ifodalanuvchi, elementar va murakkab signallarga bo'linadi. Elementar signallar doimiy va garmonik, shuningdek birlik va delta-funksiya bilan ifodalanadi. Murakkab signalga esa, impulsli va modulyatsiyalangan signallar kiradi.

Tasodifiy signallar – ixtiyoriy vaqt momentlaridagi oniy qiymati noma'lum va birga teng ehtimollik bilan oldindan aytib bo'lmaydigan signallardir. Amalda hamma real signallar tasodifiy signallar bo'lib, ularning ko'pchiligi vaqtning xaotik funksiyasini aks ettiradi. Foydali axborotni o'zida aks ettirgan tashuvchi signal, faqat tasodifiy signal bo'lishi bir qarashda paradoksial ko'rinishi mumkin. Unga joylashtirilgan axborot, uzatilayotgan signalning amplituda, chastota yoki fazasining o'zgarishlari to'plamidan iborat. Tasodifiy signalga misol qilib, tasvir, muzika, inson nutqi o'zgarishlari natijasida hosil bo'ladigan elektr kuchlanishini keltirish mumkin. Amalda foydali axborot joylashtirilgan har qanday telekommunikatsiya signalini tasodifiy signal sifatida qarash lozim.

Axborotni uzatish jarayonida signallar ma'lum o'zgartirishlarga duch kelishi mumkin. Bu odatda uning nomlanishiga ta'sir qiladi: modulyatsiyalangan, demodulyatsiyalangan, kodlangan, qayta kodlangan, kuchaytirilgan, diskretlangan, kvantlangan signallar va boshqalar.

Modulyatsiya jarayonida vazifasi bo'yicha signallar quyidagilarga bo'linadi: modulyatsiyalovchi – tashuvchi signal (tebranish) parametrlarini o'zgartiruvchi birlamchi signal va modulyatsiyalanuvchi – tashuvchi signal (tebranish), o'zida birlamchi signalni aks ettirgan signal.

Qaysi tizimga tegishliligiga qarab, telefon, radioeshittirish, televizion, radiolokatsiya, boshqaruv, o'lchov va boshqa signallarga bo'linadi.

Analog signallar aloqa kanali orqali turli xildagi signallarni uzatish mumkin. Biz ikkita asosiy tur: analog va raqamli signallarni ko'rib chiqamiz. Bunday signallarni uzatishda, turli xil fizik uzatish muhitlaridan foydalaniladi. Fizik uzatish muhitlariga misol qilib, kabelli o'tkazgichlar, radioaloqa, radiorele va optik-tolani keltirish mumkin. Ma'lumki, optik-tolali tarmoqlarda signalni uzatishda yorug'lik nuridan foydalanilib, uning asosini infraqizil lazerlar va fotodiodlar tashkil etadi.

Analog va raqamli signallar o'zak shakllari bilan bir-biridan farq qiladi. Bu signallar orasida "ko'prik" hosil qilish uchun raqam-analog o'zgartirgichlarga o'xshash oraliq qurilmalarni ishlatishga to'g'ri keladi.

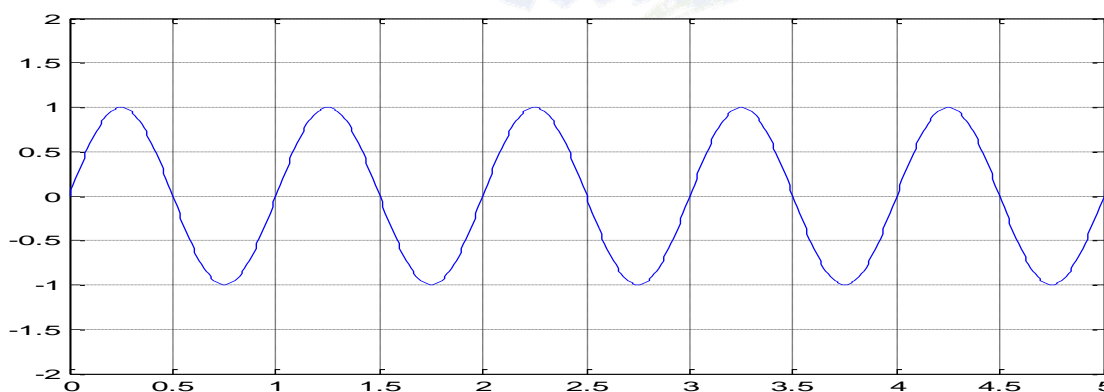
Analog signal o'zi nima? U o'zida nimani aks ettiradi? Shuningdek, ma'lumotlarni analog uzatishning turli usullari qanday amalga oshiriladi?

Analog tushunchasi signalning tabiiy xususiyatiga asoslangan. Axborotlarni analog uzatish bir qancha ma'lum maishiy asbob-uskunalar: televizorlarda, radioqabulqilgichlarda, telefon va boshqa ko'plab tizimlarda ishlatiladi.

Albatta, abonentning analog zanjiri faqatgina telefon trubkasidan tashkil topmagan bo'lib, u yerda boshqa ko'plab zarur qurilmalar mavjud bo'ladi. Zaruriy xizmat ko'rsatish sifatiga abonent va provayder tomonida joylashgan uskunaning turli elementlari to'plami yordamida erishiladi.

Bugungi kunda dunyoda ishlatilayotgan hamma aloqa vositalari elektr tokini bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga uzatishga asoslangan. Internet tarmog'ida qanday ishlansa, telefonda gaplashish ham telekommunikatsiya infrastruktura uskunalari bo'ylab doimiy ravishda tok oqishi hisobiga ta'minlanadi.

Analog va raqamli signallar orasidagi asosiy farq, signal oqimi strukturasi farqdan iborat. Analog signallar o'zida, chastota va amplituda o'zgarishi bilan xarakterlanuvchi uzluksiz oqimni aks ettiradi. Bu signallar shakli odatda sinusoidaga o'xshash qilib tasvirlanadi. Ma'lum hollarda analog signal 5 – rasmda tasvirlangan garmonik to'liqinday bir xil amplituda va chastotalar munosabati bilan xarakterlanadi,



lekin murakkab to'liqlarda munosabatlar butunlay boshqacha bo'lishi mumkin.

6 – rasm. Analog signal oqimi.

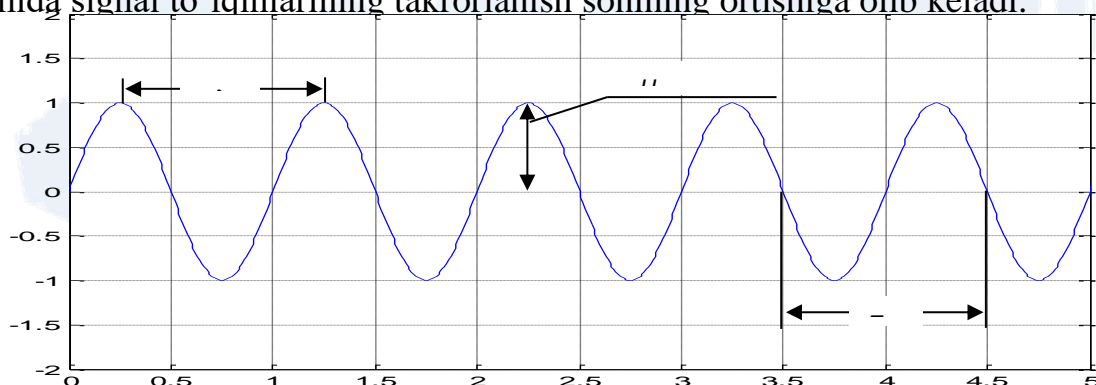
Boshqa sohalar kabi, radiotexnikada ham signallarni tushuntirish uchun unga muvofiq keluvchi terminologiya va bazaviy konsepsiyalar ishlatiladi. Uzlüksiz analog signallar uchta asosiy parametrga ega:

- amplituda
- to‘lqin uzunlik;
- davr (chastota).

Ularning har biri signalning qaysi jihatlarini xarakterlashi 6 – rasmda ko‘rsatilgan.

Elektr signal amplitudasi – bu vertikal bo‘yicha koordinatalar o‘qining 0 va eng yuqori tugash nuqtalari orasidagi masofa. Shuni unutmash kerakki, amplituda uchun masofaning noldan past yoki yuqori bo‘lishi teng ahamiyatga ega.

To‘lqin uzunligi – bu signalning ikkita qo‘shni to‘lqinlari orasidagi masofadir. Odatda bu kattalikni aniqlash uchun, ikkita to‘lqin cho‘qqilari orasidagi masofa o‘lchanadi. To‘lqin uzunligi signal oqimi chastotasi bilan bevosita bog‘liq. Signal chastotasi qancha katta bo‘lsa, to‘lqin uzunligi shuncha kichik bo‘ladi. Bunday bog‘liqlik shartli ravishda, to‘lqin uzunligini kamayishi bilan bir xil vaqt oralig‘i davomida signal to‘lqinlarining takrorlanish sonining ortishiga olib keladi.



7 – rasm. Analog signal amplitudasi, to‘lqin uzunligi va davri.

To‘lqin uzunligi metrda o‘lchanadi va har bir to‘lqin uzunligi qiymati aniq bir chastotaga mos keladi. Vakuumdagi harakatlanayotgan elektromagnit to‘lqin uchun chastota va to‘lqin uzunligi orasidagi munosabat quyidagi formulada ifodalangan:

$$\lambda = \frac{c}{f}, \quad (2)$$

bu yerda, λ - to‘lqin uzunlik, f – chastota, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s - yorug‘likning vakuumdagi tezligi.

Davr – bir marta to‘liq tebranish uchun ketgan vaqt. Davr va chastota orasidagi bog‘lanish quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$T = \frac{1}{f}. \quad (3)$$

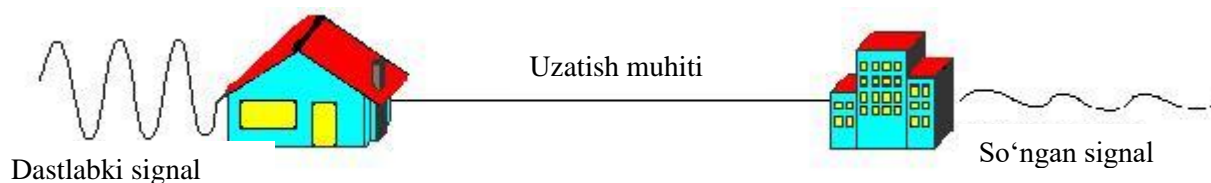
Chastota – bir sekunda o‘tuvchi signal tebranishlari (to‘lqinlari) soni. Odatda chastota gers (Gs) da yoki kilogers (kGs) da o‘lchanadi. Odam tovushi odatda 50 Gs dan 5000 Gs gacha diapazonga mos keladi, shunga qaramay asosiy aktivlik (samaradorlik) 300 Gs dan 3400 Gs gacha bo‘lgan diapazonga to‘g‘ri keladi va uni uzatish uchun 3,1 kGs kenglikdagi polosa talab qilinadi. Bu shuni bildiradiki, ko‘pchilik hollarda tovush dialoglarida sekundiga 300 dan 3400 gacha ovoz tebranishlari mavjud bo‘ladi.

O‘tkazish oralig‘i va signalning so‘nishi. Analog signalni bazaviy strukturasiga bir necha omillar ta’sir qiladi. Birinchisi, ulardan eng asosiysi – biror vaqt oralig‘ida uzatilishi mumkin bo‘lgan axborot miqdori yoki o‘tkazish oralig‘ining kengligini chegaralanishi. O‘tkazish oralig‘i – bu telekommunikatsiya infrastrukturasi uchun signallarning maksimal va minimal chastotalari orasidagi farq.

Analog signallar uzatish fizik muhiti materiali sifatida mis o‘tkazgichlardan foydalanilgan liniya shovqin va so‘nishga ta’sirchan bo‘ladi. Analog signallar oqimi aloqaning oddiy vositasi hisoblanadi. Zamonaviy analog aloqa texnologiyalari chegaralangan o‘tkazish oralig‘iga ega. Analog kanallarda chastota diapazonini chegaralash maqsadida past va yuqori chastota filtrlari ishlatiladi. Masalan, bunday filtrlar tovushli analog kanalni tashkil etish uchun qo‘llaniladi va ular 3.1 kGs diapazondan tashqarida yotuvchi barcha chastotalarni (signallarni) kesib tashlaydi.

Signallarni uzatishda ularga so‘nish, shovqin singari salbiy omillar ta’sir ko‘rsatadi. Agar salbiy omillar ta’siri bartaraf qilinmasa, unda signal to‘la yo‘qotilishi mumkin.

Signal so‘nishi va shovqinlar. Birinchi muammo bu elektr toki uchun xarakterli – signal sathini saqlash zarurati. Uzatish muhiti bo‘yicha o‘tayotgan signal so‘nish xususiyatiga egadir (8 – rasm).



8 – rasm. Analog signal oqimining so‘nishi.

So‘nish – bu amplitudalarni yo‘qotilishini xarakterlovchi kattalik. Signal yo‘qotilishi qiymati dB bilan ifodalanadi, masalan, mos holda -2 dB qiymat -4 dB

qiymatga nisbatan kuchliroq signalga mos keladi. Har bir 6 dB uchun signal ikki martaga kamayadi.

Agar soʻnish tekshirilib turilmasa signal sathi juda ham pasayib ketib, qabul qiluvchi tomon uzatilgan signalni qayta ishlay olmasligi mumkin. Signal oqimining chastotasi qancha yuqori boʻlsa, u shuncha kuchliroq soʻnishga uchraydi ($R_L = \omega L$). Shu sababli, qabul qilgich boshlangʻich signalni tanib olishi murakkablashadi.

Shovqin signal sifatini pasaytiradi va qabul qiluvchi uskunaga haqiqiy signalni tanib olishga halaqit qiladi. Ularning manbai har xil koʻrinishdagi radiostansiyalar, quyoshning ultrabinafsha nurlari va hattoki uzatish liniyasiga juda ham yaqin joylashgan yuqori quvvatli elektr qurilmalari boʻlishi mumkin.

Raqamli signallar uzoq vaqt davomida aloqa texnikasi va radioelektronikada asosan analog signallardan foydalanildi. Ular yordamida yetarlicha murakkab radioaloqa, radiolokatsiya, televideniya va boshqa sohalardagi muammolarni yechishga erishildi. Analog signallarni elektron qurilmalar – lampali va tranzistorli priborlar yordamida generatsiya qilish, kuchaytirish, oʻzgartirish va qayta ishlash mumkin.

XX asrning 60 yillari boshlarida diskret signallarni qayta ishlashga moʻljallangan radiotexnik tizimlar yaratila boshlandi. Bu tizimlar bir diskret signal sanoqlari orasidagi vaqt intervaliga boshqa diskret signallar sanoqlarini joylashtirish imkonini berdi. Natijada bitta telekommunikatsiya aloqa liniyasi yordamida bir vaqtning oʻzida bir nechta manba xabarini uzatish imkoniyati tugʻildi, yaʼni bunda vaqt boʻyicha kanallarni taqsimlash bilan koʻp kanalli aloqa amalga oshirildi.

Analog signalni uning diskret qiymatlari yordamida qayta tiklash uchun optimal diskretlash qadamini tanlash muhim oʻrin tutadi. Bunday optimal qiymatni tanlash Kotelnikov teoremasida oʻz aksini topgan (ushbu teorema chet ellarda Shannon teoremasi yoki Naykvist teoremasi deb yuritiladi). 1933 yilda rus olimi Kotelnikov analog signalni tugʻri diskretlash natijasida hosil qilingan diskret qiymatlardan, uni qayta tiklash imkoniyati mavjudligini isbotlab berdi [4].

Ushbu teoremaga asosan, spektri F_{yu} – chastota bilan chegaralangan $u(t)$ – ixtiyoriy signal, $\Delta t = \frac{1}{2F_{yo}}$ – vaqt intervali bilan diskretlansa, hosil boʻlgan diskret qiymatlardan ushbu signalni toʻlaligicha qayta tiklash mumkin boʻladi.

Texnikaning keyingi rivoji diskret signallarni raqamli signallarga aylantirish imkoniyatlarini yaratilishiga olib keldi. Raqamli tizimlarni yaratishga koʻproq taʼsir qilgan sabablardan biri, mikroelektronika va sxemotexnikaning funksional imkoniyatlarining kengayishi boʻldi. Radiotexnikada signallarni raqamli qayta

ishlashni keng joriy qilinishi, aloqa uzoqligini (masofasi) va uni yuqori shovqinbardoshligini oshishiga olib keldi.

Analog signallarni raqamli signallarga o'zgartirishda uchta o'ziga xos jarayon amalga oshiriladi: vaqt bo'yicha diskretlash (Kotelnikov teoremasiga asosan), amplituda sathi bo'yicha kvantlash va kodlash (8 – rasm). Sigallarni bunday qayta ishlash analog-raqamli o'zgartirish nomini oldi.

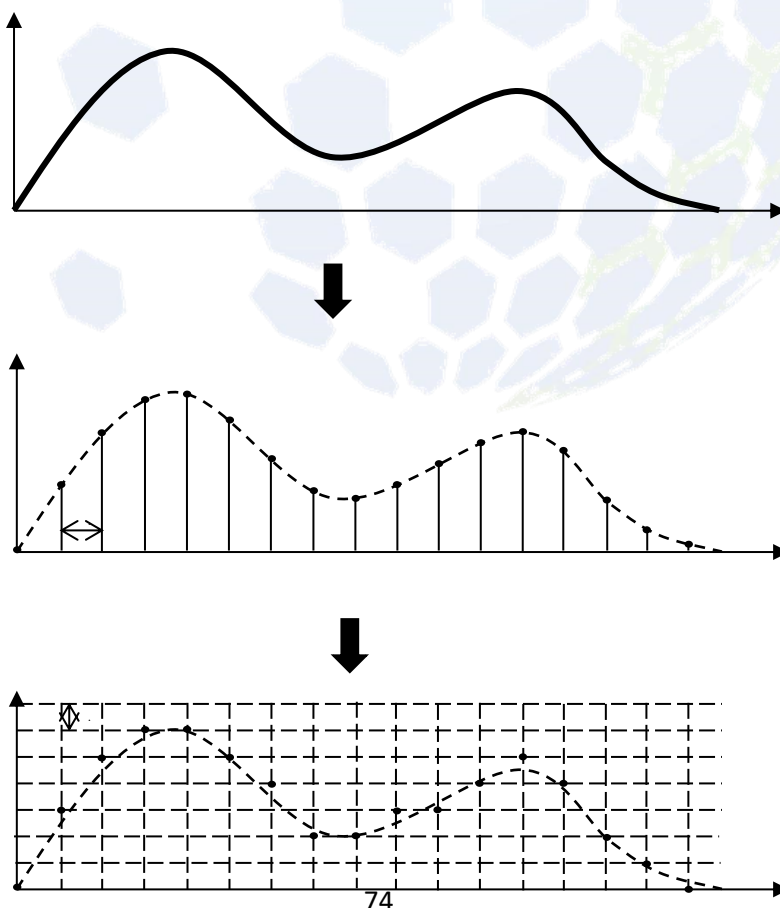
Oddiy holatda, uzluksiz signal diskretlanganda, vaqtning aniq bir intervali oralig'i bilan olingan amplitudalarga mos keluvchi signalning sanoq qiymatlari to'plami shakllanadi. Bunda, $u_{T_k}(t)$ diskret signalni k -chi sanog'ining qiymati, $t = k\Delta t$ vaqt momentidagi $u(t)$ uzluksiz signal qiymatiga teng bo'ladi.

Diskret sanoqlarni, raqamli signallar sifatida aks ettirish uchun, ular kuchlanish sathi bo'yicha dastlab kvantlanadi. O'z navbatida kvantlash tekis (Δ -o'zgarimas qiymat) va notekis (Δ -o'zgaruvchan qiymat) kvantlashga bo'linadi. Kvantlash jarayonida, signal amplitudasining o'zgarish imkoniyati 0 dan U_{\max} (yoki U_{\min} dan U_{\max} gacha har xil qutbli signallar uchun) gacha diapazoni, Δ - kvantlash qadami deb ataluvchi kattalikka bo'linadi.

Kvantlash jarayoni umumiy ko'rinishda quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$u_{ik}(t) = u_k(t) = u_k = N(t_{ik}) \cdot \Delta \cdot \delta(t - t_k),$$

bu yerda, $u_{ik}(t)$ – kvantlangan signal, $N(t_{ik})$ – kvantlar soni, $\delta(t - t_k)$ – birlik funksiya.



9– rasm. Analog signalni raqamli signalga o‘zgartirish ketma-ketligi:

a) Analog signal; b) Vaqt o‘qi bo‘yicha diskretlangan signal;

v) Kuchlanish (tok) o‘qi bo‘yicha kvantlangan va kodlangan signal.

Texnik amalga oshirish va qayta ishlash qulayligi sababli, odatda n -razryadli (n – natural son) ikkilik sanoq sistemasidagi raqamli kodlar ishlatiladi, ulardan «1» - impuls (signal bor) va «0» - pauzani (signal yo‘q) aks ettiradi. Kvantlash qadami raqamli kod razryadlarlar soni bilan bog‘liq bo‘lib, u quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta = U_{\max} / 2^n \cdot (5)$$

Analog signallar ustida bajarilgan o‘zgartirishlar natijasida, uni keyinchalik qayta tiklash imkonini beruvchi “0” va “1” raqamlar ketma-ketligidan iborat kodlar to‘plami, ya’ni raqamli signal hosil bo‘ladi.

Xulosa qilib aytishimiz mumkinki signallar tarqalishi shakli foydalanish usuliga ko‘ra turlarga ajratildi. Nima uchun aynan telekommunikatsiya signallari muhimligi ko‘rib chiqildi. Elektron o‘quv qo‘llanmalaridan foydalanganda nafaqat talabalarning reproduktiv faoliyati, balki mavhum-mantiqiy ham amalga oshiriladi, bu taqdim etilgan materialni yaxshiroq tushunish va o‘zlashtirishga yordam beradi. Shubhasiz, elektron o‘quv qurollari va boshqa har qanday vositalar o‘qituvchi faoliyatiga alternativa bo‘lib, ular materialni taqdim etish, mashqlar bajarish va bilimlarni nazorat qilishning o‘ziga xos shakllarini o‘z ichiga oladi. Bu, afsuski, o‘qituvchi va talaba o‘rtasidagi jonli muloqotsiz materialni an’anaviy darsliklar bilan birgalikda taqdim etish usullaridan biridir. Shu bilan birga, bu nafaqat pedagogning faoliyatini avtomatlashtirish va uni oddiy ishlardan ozod qilish, balki u ta’lim maqsadlariga erishishda o‘qituvchining sherigi bo‘lganida, kompyuterdan foydalanishning o‘sha shakl va usullarini izlash va amalga oshirishdir.

O‘rganish qobiliyati har doim eng yuqori bo‘lgan [muhim sifat](#). Elektron qo‘llanma har kimga o‘z tezligida ishlash imkonini beradi. Hech kim shoshilmaydi, hech kim turmaydi. Birinchisi, bu jarayon tez va elektron o‘quv qo‘llanmasidan foydalanganda, undan ham tezroq, o‘qituvchi tomonidan belgilangan sur‘at ko‘pincha uning qobiliyatini cheklaydi. Ba’zilar uchun bilimlarni o‘zlashtirish jarayoni o‘qituvchiga qaraganda sekinroq; o‘rganishda siz faqat o‘zingizga tayanishingiz kerak. Har holda, ta’lim tizimida bilim individual va shaxsiy xususiyatga ega bo‘lib, shaxsning o‘rganish va

o'zini tasdiqlash qobiliyatini rivojlantirish uchun sharoit yaratish muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan manbalar ro'yxati

1. Bepalko, V.P. Kompyuterlar ishtirokida ta'lim va o'qitish / V.P. Bepalko. - Moskva: Ed. Moskva psixologik va ijtimoiy instituti, 2002. - 352 dan.
2. Zaxarova, I.G. Ta'limda axborot texnologiyalari: oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik / I.G. Zaxarov. - 3-nashr, - Moskva: "Akademiya", 2007. - 192 p.
3. Zimina, O.V. Zamonaviy oliy ta'limda bosma va elektron qo'llanmalar: nazariya, metodika, amaliyot. / O.V. Zimina, A.I. Kirillov. - Moskva: MPEI, 2003. - 167 p.
4. Krasilnikov I.V. Universitetda elektron o'quv qurollarini ishlab chiqish va qo'llashning axborot jihatlarini. Monografiya / I.V. Krasilnikov. - Moskva: "RCTU", 2007. - 114 p.
5. Azlarov A.S. Matematik analiz amaliy matematika va informatika yo'nalishi uchun qo'llanma 2001.-423 p.
6. Radioelektron tizimlar va axborotlash markazi o'tilgan ma'ruzalar to'plami. 2003.