

**ЎЗБЕКИСТОН АЛОҚА ВА АХБОРОТЛАШТИРИШ АГЕНТЛИГИ
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

**Радиотехника
ва
радиоалоқа
кафедраси**

**АХБОРОТНИ УЗАТИШ ВА ҚАБУЛ ҚИЛИШ РАДИОТЕХНИК
ҚУРИЛМАЛАРИ фанидан**

КУРС ИШИ

Ташкент – 2012

1. Курс ишига вазифа

Узлуксиз сигналларни рақамли шаклда узатиш радиоалоқа тизими умумлашган структуравий схемасини ишлаб чиқиш; қабуллаш курилмаси структуравий схемасини яратиш, ҳамда унинг асосий характеристикасини ҳисоблаб чиқиш ва курс лойихасини бажариш натижалари бўйича тегишли хулосалар чиқариш керак.

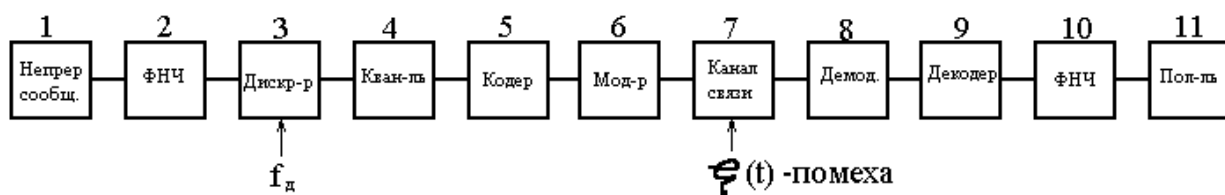
2. Курс ишини бажариш учун керакли бирламчи маълумотлар.

Вариант тартиб рақами №	1 11	2 12	3 13	4 14	5 15	6 16	7 17	8 18	9 19	10 20
Алоқа каналидаги сигнал тури	ДА М ДФ М	ДЧ М ОФ М	ДФ М ДЧ М	ОФ М ДА М	ДФ М ДА М	ОФ М ДЧ М	ДА М ДФ М	ДЧ М ДА М	ДФ М ДФ М	ОФ М ДЧ М
Сигнал узатиш тезлиги, Бод	6000 4700	5800 4600	4800 3800	4000 5800	4200 5600	6000 5400	5800 6200	7100 6800	7100 6600	7100 5000
Канал сигнали амплитудаси, мВ	3 3,2	2 3,2	2,6 3	3 3,4	3,2 3,6	3,2 4	5 5,4	5 3,8	3 4,8	3 4,2
Шовқин дисперсияси $\xi^*\xi$, мкВт	0,97 2 0,85 6	0,86 077	0,9 0,87	0,64 0,85	0,81 0,93	0,76 05	0,87 091	0,56 0,69	0,56 078	0,88 0,9
Элементар символ “1” ни узатиш априор эҳтимолиги, $p(1)$	0,09 0,04	0,02 0,05	0,1 0,06	0,56 0,78	0,61 0,54	0,53 0,3	0,3 0,63	0,35 0,4	0,5 0,32	0,8 0,7
Сигнал қабуллаш усули	КГ НКГ	КГ КГ	КГ НКГ	КГ КГ	КГ КГ	НКГ КГ	КГ НКГ	КГ НКГ	КГ НКГ	КГ НКГ
Фойдаланилаётган қабуллаш курилмаси полосаси кенглиги Δf , кГц	12 10	10 8	11 11	12 14	12 10	16 15	16 14	18 12	16 8	12 11
Танлов қиймати $Z(t_0)$	0.75 0.6	0.5 0.62	0.53 0.44	0.9 0.85	0.87 0.77	0.3 0.56	0.75 0.68	0.56 0.5	0.96 0.48	0.96 0.8
df , кГц	12 11	8 10	10 12	10 11	12 9	10 13	12 13	11 10	11 6	8 8
Танлов қийматлари $Z(t_1)$, мВ	0.75 0.8	0.5 0.36	0.5 0.46	0.5 0.42	0.5 0.38	0.2 0.35	0.85 0.65	0.65 0.53	0.65 0.7	0.75 0.6
$Z(t_2)$, мВ	0.45 0.52	0.35 0.41	0.45 0.3	0.45 0.26	0.5 0.36	0.18 0.3	0.45 0.52	0.58 0.23	0.58 0.37	0.6 0.55

$Z(t_3)$, мВ	0.83 0.61	0.9 0.81	0.85 0.78	0.85 0.9	0.85 0.81	0.05 0.15	0.33 0.56	0.5 0.8	0.3 0.75	0.32 0.45
АРЎ чиқишидаги сигнал максимал амплитудаси $b_{\max}$, В	2.3 2	2.3 3	2.3 3.1	3 2.6	3.2 3	3 4.2	4.3 4	3 3.4	2.8 3	2.8 2.6
Пик фактор П	1.6 1.2	1.8 1.5	1.8 1.2	1.5 1.6	1.55 1.3	1.5 2	2.6 2.3	1.6 2	2.6 2.3	1.6 1.4
Иккилик код разрядлари сони n	8									
Мураккаб сигнал дискрет кетма-кетлиги кўриниши	1-1 1 -1 -1 -1 1 -1	1 1 1 -1 -1 -1 1 1	-1 1 -1 -1 -1 -1 1 -1	-1-1 -1 -1 -1 1 1 1	1-1 1 -1 1 1 1 - 1	-1 1 1 -1 1 1 1 -1	-1 1 1 -1 1 -1 1 -1	1 1 1 -1 1 -1 1 -1	1-1 1 -1 1 1 1 1	1-1 1 -1 1 1 1 - 1
	-1-1 1 -1 -1 -1 1 -1	1-1 1 -1 -1 1 -1 1	1 1 1 -1 -1 -1 1 -1	1-1 1 -1 -1 -1 1 1	1-1 1 1 -1 -1 1 1	1-1 1 -1 -1 -1 1 - 1	1 1 1 -1 -1 -1 1 -1	1-1 1 1 -1 -1 1 -1	1-1 1 -1 -1 1 1 - 1	1 1 1 -1 -1 1 -1 - 1

3. Алоқа тизимининг структуравий схемаси

Алоқа тизими ахборотни мунтазам равишда ундан фойдаланувчига етказиб беришни таъминловчи радиотехник тизимлардан иборат. Алоқа тизими структуравий схемасини кўриб чиқамиз.



Хабарни сигналга ўзгартирувчи қурилма радиоузатиш қурилмаси ва қабул қилган сигнални хабарга айлантирувчи қурилма қабуллаш қурилмаси деб аталади.

Сигнални узатиш қурилмаси билан танишамиз:

ПЧФ – бирламчи хабар спектрини Котельников теоремаси талабига жавоб берадиган даражада чегаралайди.

АРЎ – узлуксиз сигнални рақамли шаклга ўзгартиради. Бу ўзгартириш учта босқичдан иборат:

- узлуксиз хабарни Δt вақт бўйича дискретлаш;
- сигнал олинган оний қийматларини сатҳ бўйича дискретизациялаш – квантлаш;

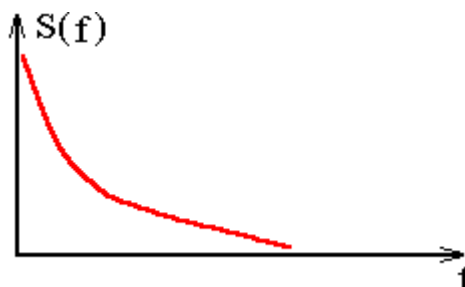
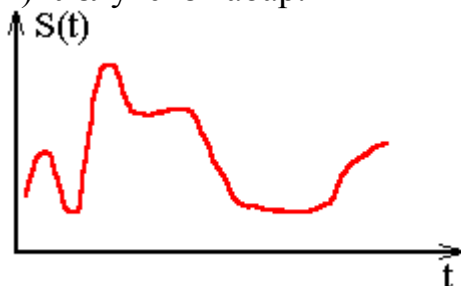
- сигнал квантланган қийматлари кетма-кетлигини иккилик сигнал кетма-кетлиги комбинациялари билан кодлаш.

АЦП чиқишидан олинган кодланган сигнал амплитуда модулятори (АМ) киришига берилади ва алоқа радиоканали киришига радиоимпульслар кетма-кетлиги шаклида берилади.

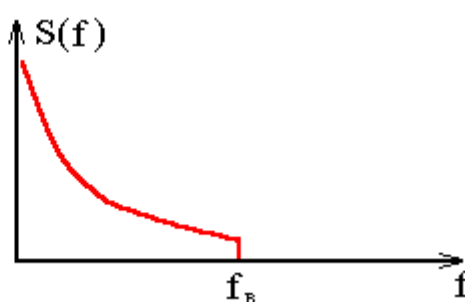
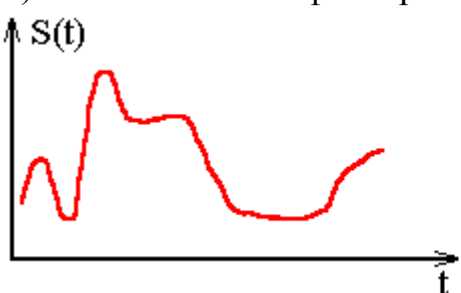
Алоқа каналининг қабуллаш қурилмасида иккилик импульслар кетма-кетлиги демодуляция ва декодлаш жараёнидан ўтгандан сўнг РАЎ киришига берилади. АРЎ нинг вазифаси дискрет сигнал кодлар комбинацияси асосида бирламчи аналог хабарни тиклашдан иборат. АРЎ таркибига кодлар комбинациясини квантланган импульслар кетма-кетлигига айлантириш ва сигнални текисловчи ПЧФ кирдади, ПЧФ квантланган сигнал қийматлари асосида бирламчи узлуксиз хабарни тиклайди.

4. Алоқа тизими функционал қисмлари чиқишларидаги сигналлар вақт ва спектрал диаграммалари

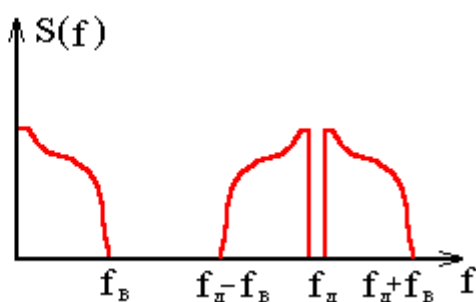
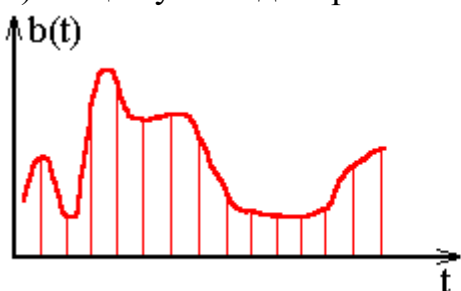
1) Узлуксиз хабар.



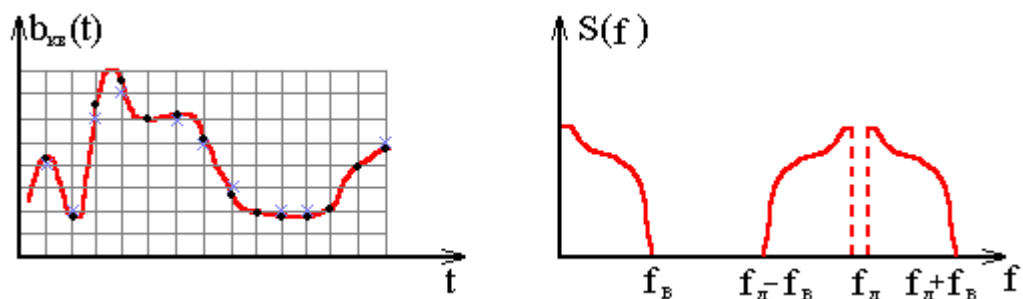
2) Паст частотали филътр.



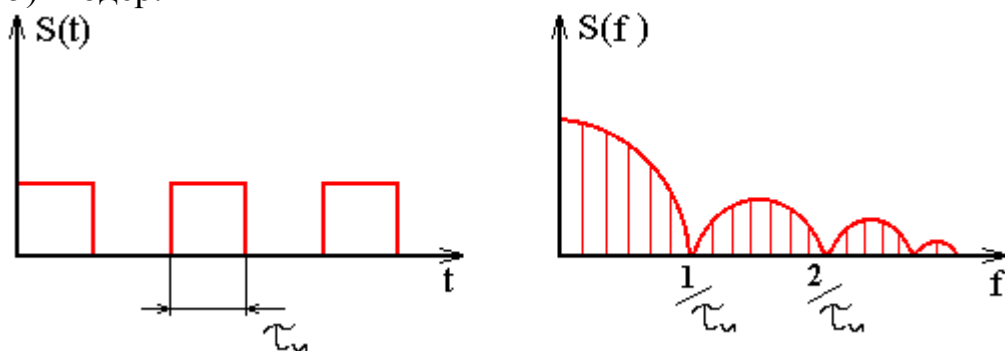
3) Вақт бўйича дискретловчи.



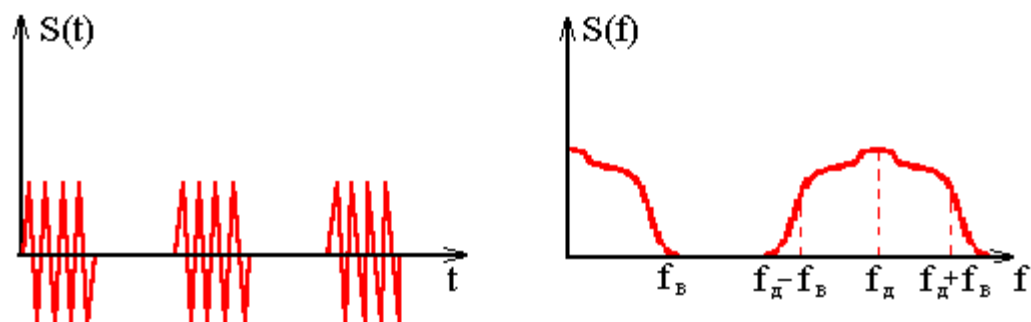
4) Сатх бўйича дискретловчи
(квантловчи).



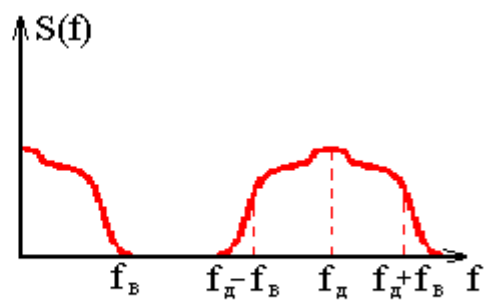
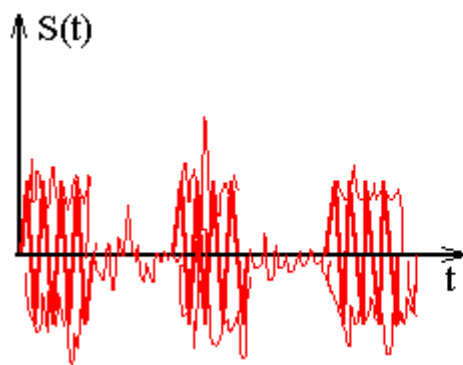
5) Кодер.



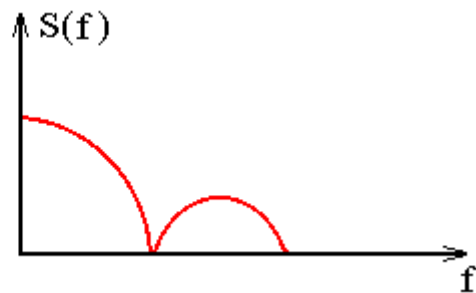
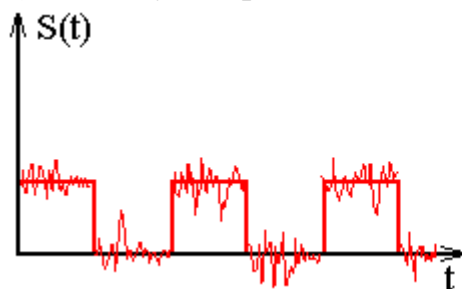
6) Модулятор.



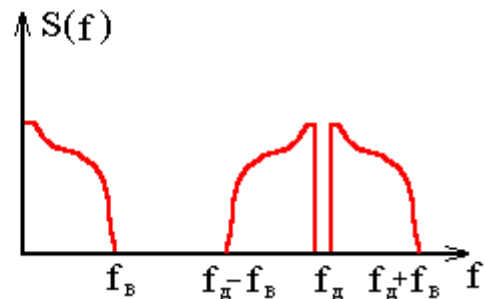
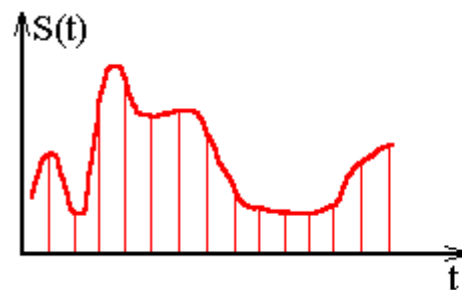
7) Алоқа канали.



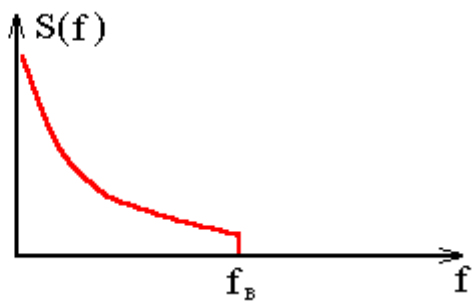
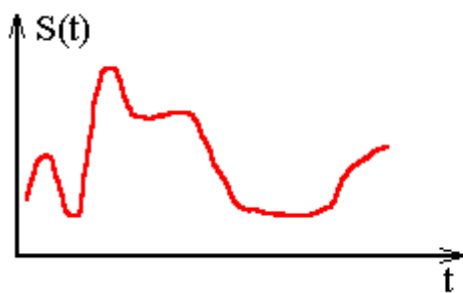
8) Демодулятор.



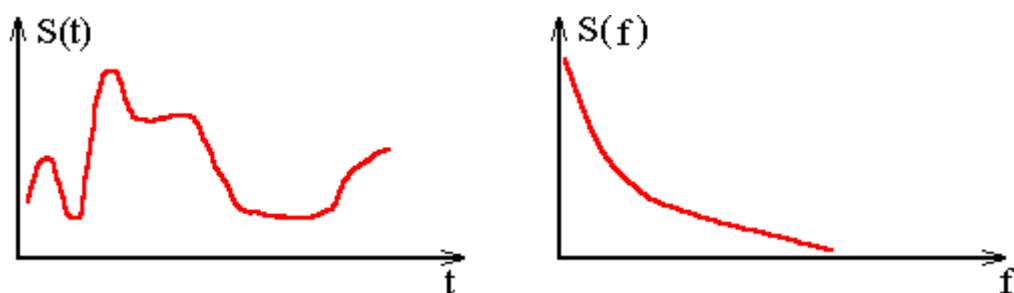
9) Декодер.



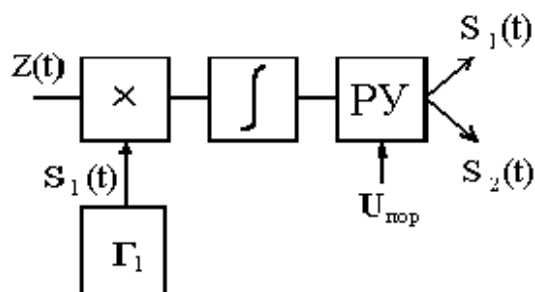
10) Паст частотали филтер.



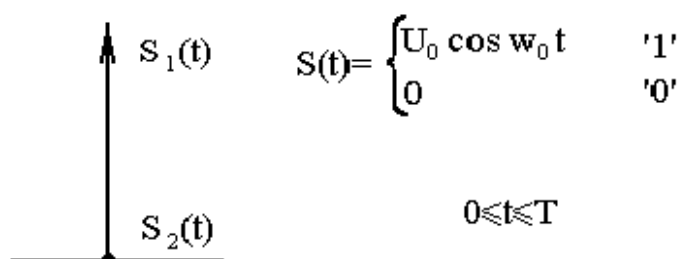
11) Хабарни олувчи.



5. Қабуллаш қурилмаси структуравий схемаси



Дискрет АМ сигналини когерент қабуллаш қурилмасини структуравий схемаси.



Дискрет АМ сигнал вектор диаграммаси.

Сигналларни когерент қабуллашда халақит ортоганал ташкил этувчисининг таъсирини йўқотувчи синхрон детектор (СД) дан фойдаланилди. Когерент қабуллаш қурилмаси киришидаги $x(t) = E_x \cos \varphi(t)$ нормал тақсимот конунига бўйсунди ва унинг қуввати $\bar{x}_2 = \sigma^2$ бўлади. Шунинг учун “1” ва “0” элементлар сигналларнинг бузилиш эҳтимоллиги $P(0/1)$ ва $P(1/0)$ лар бир-бирига тенг бўлади. $x(t)$ сигнал кўпайтиргичида кечиктириш линияси орқали ўтган $x(t-T)$ сигнал билан кўпайтирилади.

Сўнгра бу сигнал интегратор киришига берилади ва интегралланган сигнал қарор қабул қилиш қурилмаси киришига берилади. Бу қурилма кириш сигналини маълум бир меъзон (сатҳ) билан таққослаш натижасида $s_1(t)$ ёки $s_2(t)$ сигналларнинг бири қабуллаш қурилмаси киришига келиб тушгани ҳақида ечим чиқаради.

6. Бир танлов қиймати асосида қарор қабул қилиш.

Хабарлар алоқа каналлари орқали “1” ва “0” иккилик сигналлар сифатида $P(1)=0,09$ ва $P(0)=0,91$ априор эҳтимоллик билан узатилади. Бу элементар сигналларга қабуллаш жойида шакли аниқ маълум бўлган $s_1(t)$ ва $s_2(t)$ сигналлар мос келади. Алоқа каналида узатиладиган фойдали сигналга дисперсияси $\sigma_n^2=0,972$ мкВт бўлган Гаусс шовқини таъсир қилади. Идеал кузатувчи мезони бўйича қарор қабул қилувчи оптимал (энг мутаносиб) қабуллаш қурилмаси фойдали сигнал ва халақит аралашмасидан фойдали сигнал давомийлиги T_c вақт давомида битта танлов қийматини олади ва у асосида $s_1(t)$ ва $s_2(t)$ лардан бири қабуллаш қурилмаси киришига келиб тушгани ҳақида ечимга келади (қарор қабул қилади).

Қарор қабул қилиш қурилмаси (ҚҚҚҚ) идеал кузатувчи мезони асосида унинг киришидаги сигнал “1” элементар симболи деб ечим чиқариш учун қуйидаги тенгсизлик бажарилиши керак:

$$\lambda_1 \geq \lambda_0 \quad \lambda > \frac{W(z/1)}{W(z/0)} \quad \lambda_0 = \frac{P(0)}{P(1)}$$

Акс ҳолда ҚҚҚҚ киришидаги сигнал “0” элементар симболига мос келади деган ечим чиқаради.

Идеал кузатувчи мезонини қўллаш учун қуйидаги учта шарт бажарилиши керак:

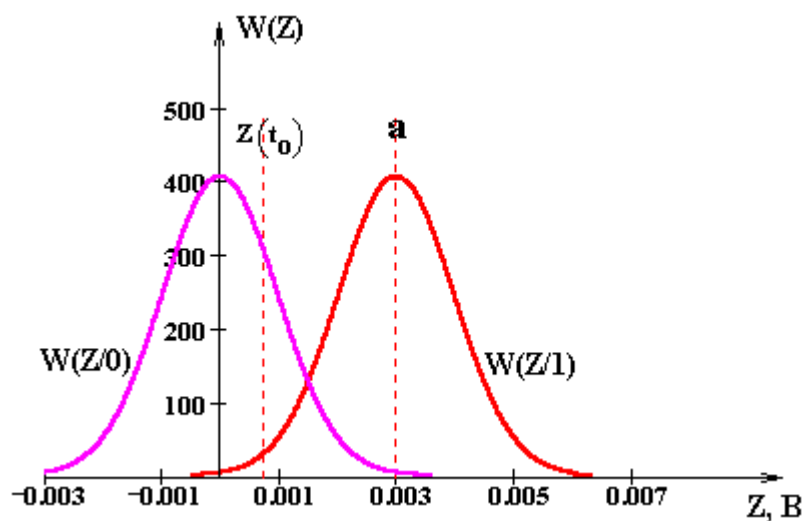
1. Сигналлар шакли қабуллаш томонида маълум бўлиши;
 2. Алоқа каналидаги халақит Гаусс (нормал) тақсимот қонунига бўйсиниши;
 3. Узатилган сигналлар априор эҳтимолликлари маълум бўлиши.
- Эҳтимоллик зичлигини қуйидаги формулалар орқали топилади:

$$W(Z/1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot e^{\frac{-(z-a)^2}{2\sigma^2}} \quad W(Z/0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot e^{\frac{-z^2}{2\sigma^2}} \quad W(\xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot e^{\frac{-\xi^2}{2\sigma^2}}$$

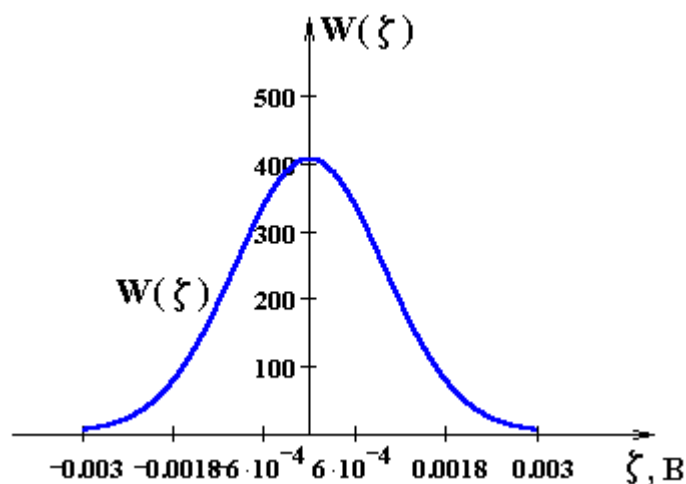
$x(t)=0,75 \cdot 10^{-3} \text{ В}$, $a=3 \cdot 10^{-3} \text{ В}$, $\sigma_x^2=9,72 \cdot 10^{-7} \text{ Вт}$ учун жадвалдаги катталикларни ҳисоблаймиз ва графикларни қурамиз.

ξ	0	$\pm\sigma$	$\pm 2\sigma$	$\pm 3\sigma$
$P(\xi)$	406	247	150	91,5

x	0	-x	+x	-2x	+2x	-3x	+3x	+a
$P(x/0)$	406	304	304	127	30	30		4
$P(x/1)$	4	0,3	30	0,012	127	0,0003	304	406



$P(x/1)$ ва $P(x/0)$ лар зичлиги тақсимоти графиги.



Халақит зичлиги тақсимоти графиги.

Халақит зичлиги тақсимотини ҳисоблаш учун қуйидаги формуладан фойдаланамиз:

$$\lambda < \lambda_0$$

Берилган курс иши варианты учун $\lambda < \lambda_0$ ($0,096 < 10,1$) бўлгани учун ҚҚҚҚ ўз чиқишида “0” элементлар сигналини шакиллантиради.

7. Қабуллаш қурилмасидаги чиқиш сигнални хато қабуллаш эҳтимоллиги

Кўриб чиқилган қабуллаш қурилмасида иккилик сигналларни хато қабулланиши эҳтимоллигини ҳисоблаймиз.

Дискрет АМ сигналларни когерент қабуллашдаги хатолик эҳтимоллиги қуйидагича ҳисобланади:

$$P_x = \frac{1}{2} \left[1 - \frac{n}{\sqrt{2}} \right],$$

бунда $h^2 = \frac{a^2}{2\sigma^2}$ - сигнал/шовқин нисбати ва $\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt$ - жадвал шаклига келтирилган эҳтимоллик интеграли.

Реал қабуллаш қурилмасининг сигнал частоталарини ўтказиш полосаси кенглиги иккилик сигналлари учун қуйидагига тенг:

$$\Delta f = 2/T = 2/0,00016 = 12 \text{ кГц}$$

Сигнал/шовқин нисбатини эҳтимоллигини ҳисоблаймиз

$$h^2 = \frac{a^2}{2 \cdot \sigma} = \frac{(3 \cdot 10^{-3})^2}{2 \cdot 9,72 \cdot 10^{-7}} = 4,63$$

Сигнални хато қабуллашни ҳисоблаймиз

$$P_{\text{хат.}} = \frac{1}{2} \left[1 - \Phi\left(\frac{2,152}{\sqrt{2}}\right) \right] = 0,064$$

$P(h)$ – функционал боғланиши графигини чизамиз ва унда $h=2,152$ га мос келувчи $P_x=0,064$ нуқтани белгилаймиз.

8. Оптимал қабуллаш қурилмасидан фойдаланилганда с/х нисбатининг яхшиланиши

Сигналларни оптимал қабуллаган (фильтрлаган)да:

а) с/х нисбатининг энг катта қийматини аниқлаймиз:

$$h_0^2 = \frac{E_c}{N_0},$$

бунда E_c – қабул қилинган сигнал импульслари энергияси.

$$E_c = \frac{A^2 \cdot T}{2}$$

ва T – элементар сигнал давомийлиги; A – сигнал амплитудаси; N_0 – ҳалақит спектри қуввати зичлиги.

$$T = \frac{1}{V} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ c}$$

Бу ҳолда

$$h_0^2 = \frac{A^2 \cdot T \cdot 2}{2 \cdot \sigma^2 \cdot T} = \frac{2,5 \cdot A^2}{2 \cdot \sigma^2} = \frac{2,5 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 9,72 \cdot 10^{-7}} = 11,57$$

б) аввалги сигнални некогерент қабуллашга қараганда оптимал қабуллашдаги с/х нисбатининг яхшиланиши қуйидагига тенг бўлади:

$$g = \frac{h_0^2}{h^2} = \frac{11,57}{4,63} = 2,49$$

9. Сигнал берилган шакли (тури) учун энг юқори-максимал (потенциал) ҳалақитбардошлик

Символларни қабуллаш потенциал (максимал) ҳалақитбардошлигини аниқлаш учун сигнал берилган шаклини (турини) ДАМ ни оптимал қабуллашдаги ўртача хатолик эҳтимоллигини аниқлаймиз.

$$P_x = \frac{1}{2} \cdot \left(1 - \operatorname{erfc} \left(\frac{h_0}{\sqrt{2}} \right) \right) = (1 - \operatorname{erfc}(2,4)) = 8,2 \cdot 10^{-3}$$

Котельников В.А. берилган флукутацион ҳалақит сатҳи учун энг катта-максимал (потенциал) ҳалақитбардошликни аниқлади. Потенциал ҳалақитбардошликка сигналларни оптимал филтрлаш, яъни P_x ўзининг минимал қийматида эришади. Бу ҳалақитбардошлик потенциал ҳалақитбардошлик деб аталади ва сигнални қабуллаш ҳар қандай усули бундан катта ҳалақитбардошликни таъминламайди. Ҳар қандай қабуллаш қурилмасининг ҳалақитбардошлиги берилган модуляция тури, кодлаш усули ва киришидаги сигнал/ҳалақит нисбати маълум бўлган ҳолати учун ҳисоблашлар натижасида аниқлаш мумкин. Қабуллаш қурилмасини ҳисоблаш натижасида аниқланган ҳалақитбардошлигини потенциал ҳалақитбардошлик билан таққослаш асосида қабуллаш қурилмасининг қандай даражада мукамаллиги ва унинг янада яхшилаш имконияти бор ёки йўқлигини аниқлаш имкониятини беради.

10. Қабуллаш қурилмасининг бир-бирига боғлиқ бўлмаган учта танлов қийматлари асосида қарор қабул қилиш

Бир-бирига боғлиқ бўлмаган – корреляция функцияси нольга тенг бўлган учта танлов қийматида ($x_1=0,75$ мВ; $x_2=0,45$ мВ; $x_3=0,83$ мВ) асосида узатилган “1” ва “0” символлардан қайси бирини ҚҚҚҚ чиқишида рўйхатдан ўтказилишини аниқлаймиз.

Ҳақиқатга яқинлиги нисбатини ҳисоблаш учун учта танлов қийматлари зичлиги тақсимотини ҳар бир сигнал учун аниқлаймиз. Бунда бу (оний) танлов қийматларни бир-бирига боғлиқ эмас (корреляцияланмаган) деб ҳисоблаймиз.

$$P_3(x_{\Sigma}/S_1)=P(x_1/S_1) \cdot P(x_2/S_1) \cdot P(x_3/S_1)$$

$$P_3(x_{\Sigma}/S_2)=P(x_1/S_2) \cdot P(x_2/S_2) \cdot P(x_3/S_2)$$

$$\lambda = \frac{P_3(x_{\Sigma} / S_1)}{P_3(x_{\Sigma} / S_2)}$$

$$\lambda_0 = \frac{P_{(0)}}{P_{(1)}} = \frac{0,91}{0,09} = 10,1$$

$$\lambda = \frac{26,88 \cdot 14,24 \cdot 35,84}{302,4 \cdot 364 \cdot 283} = 4,895 \cdot 10^{-4}$$

Ҳисоблаш натижасида олинган λ қийматини қарор қабул қилиш сатхи λ_0 билан таққослаш натижасида қабуллаш қурилмаси “0” символини рўйхатдан ўтказиш ҳақида қарор қабул қилади.

11. Синхрон тўплаш усулидан фойдаланилганда хатолик эҳтимоллиги

Дискрет сигналларни қабул қилиш ҳалақитбардошлигини ошириш учун “1” ёки “0” ни қабуллаш қурилмаси чиқишида рўйхатдан ўтказиш учун элементар сигнал давомийлиги T_c да битти танлов қиймати (отсчети) асосида эмас, биз кўриб чиқаётган ҳолат учун учта $x_1(t)$, $x_2(t)$ ва $x_3(t)$ бир-бирига боғлиқ бўлмаган фойдали сигнал ва ҳалақит аралашмасини кўшиш (дискрет кўшиш усули) асосида олинган натижа асосида “1” ва “0” ни рўйхатдан ўтказиш ҳақида қарор қабул қилинади. Бунда танлов қийматлари $\Delta t \geq \Delta \tau$ вақт оралиқларида олинади ($\Delta \tau$ – ҳалақит қийматлари корреляция оралиғи) ва олинган оний қийматларнинг ўзаро боғлиқлиги (корреляция) си бўлмаслиги таъминланади.

Бир танлов қиймати (отсчет) асосида “1” ёки “0” ни қабуллаш қурилмаси чиқишида рўйхатдан ўтказишга қараганда учта танлов

қийматидан фойдаланиш қабуллаш қурилмаси чиқишида сигнал/халақит нисбатини уч марта ошишига олиб келди, чунки сигнал қуввати 3^2 марта (P_c -га тенг бўлади) ошади, халақит қуввати эса қўшилади ва $3P$ га тенг бўлади.

Фойдали сигнал символлари детерминант катталиқ бўлгани учун унинг оний қийматдаги улушлари кучланиш бўйича қўшилади, халақит ташкил этувчилари тасодифий бўлганлиги учун қувват бўйича қўшилади. Шунини алоҳида таъкидлаш керакки, дискрет сигналлардан кўп маротаба танлов сигналлари олиб қабуллашда с/х нисбатини жуда кўп маротаба ошириш мумкин, аммо бу танлов олишлар сони n чекланган бўлиб, улар орасидаги вақт оралиғи Δt тасодифий-халақит корреляция интервали Δt дан кичик бўлмаслиги керак. Акс ҳолда халақитнинг Δt вақт оралиғида олинган қийматлари бир-бирига боғлиқ – корреляцияланган бўлади, натижада с/х нисбатининг ошиши кузатилмайди. Шундай қилиб давомийлиги T_c бўлган сигнал+халақит йиғиндисидан фақат $n = \frac{T_c}{\tau_0}$ - гача

танлов (отчет) олиш ва синхрон тўплаш усулини қўллаб с/х нисбатини n тагача яхшилаш мумкин.

Сигнал олинадиган танлов (отчет) лар сонини ушбу сигнал давомийлиги T_c ни n марта узайтириш ҳисобига кўпайтириш мумкин, аммо бунинг натижасида сигнал узатиш тезлиги n марта камаяди. Шундай қилиб, сигнал узатиш тезлигини камайитириш ҳисобига, уни қабул қилиш халақитбардошлигин – тўғри қабуллаш эҳтимоллигини оширишга эришиш мумкин.

Қабуллаш қурилмасида синхрон тўплаш усулидан фойдаланилганда сигнални хато қабуллаш ўртача эҳтимоллиги қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$P_{xcm} = \frac{1}{2} \left[1 - \Phi \left(\frac{h_{\Sigma}}{\sqrt{2}} \right) \right] = 4,6 \cdot 10^{-3}$$

12. Сигнални импульс-код модуляция (ИКМ) дан фойдаланиб узатишдаги квантлаш шовқинини ҳисоблаш

ИКМ алоқа тизимида узатиладиган хабар сигнали $u(t)$ нинг квантланган қийматлари кодлар комбинациялари кетма-кетлиги орқали ифодаланади. Ҳар бир кодлар комбинацияси m та давомийлиги бир хил бўлган элементар сигнал (“1” ва “0”) лардан ташкил топган бўлади ва $u(t)$ сигнални узатиш учун $N=n^m$ та кодлар комбинацияси талаб этилади. Кодлар комбинацияларини узатиш учун дискрет модуляция турларидан фойдаланилади: АМ_П, ЧМ_П, НФМ ва х.к.

ИКМ сигналнинг ўзига хос хусусиятларидан бири халақит сигнали йўқ (нольга тенг) бўлган ҳолатда ҳам қабул қилинган хабар сигнали, ўзининг вақт бўйича дискретлаш ва сатх бўйича квантлашгача бўлган кўринишидан фарқ қилади, чунки квантланган сигнал бирламчи сигналдан квантлашдаги хатолик ҳисобига фарқ қилади. Шунинг учун қабул қилинган сигнал икки қисмдан: квантланган қийматлар ва квантлаш шовқиндан иборат бўлади. Квантлаш шовқини бирламчи сигналнинг $k\Delta t$ вақтлардаги оний қийматларини, руҳсат этилган квантлаш сатхлари қийматлари билан алмаштириш (бутун қийматга келтириш) натижасида ҳосил бўлади.

Қабуллаш қурилмаси киришига максимал амплитудаси $U_{\max}=2,8$ В бўлган ҳолат учун квантлаш шовқини ва квантлаш натижасидаги с/х нисбати $h_{\text{кв}}$ ни ҳисоблаймиз.

$$h_{\text{кв.ш}}^2 = \frac{P_c}{P_{\text{кв.ш}}}; P_c = \frac{1}{\Pi^2}; P_{\text{кв.ш}} = \frac{1}{12} \cdot \frac{2U_{\max}}{2^m - 1},$$

бунда P_c – сигнал энергияси, Π – кириш сигнали пик фактори (кириш сигнали энг катта-максимал қийматининг унинг энг кичик-максимал қийматига нисбати), $P_{\text{кв.ш}}$ – квантлаш шовқини энергияси, $m=8$ – код, комбинациялардаги элементар сигналлар сони.

$$P_{\text{кв.ш}} = \frac{1}{12} \cdot \frac{2 \cdot b_{\max}}{2^n - 1} = \frac{2 \cdot 2,3}{(2^8 - 1) \cdot 12} = 1,572 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}$$

$$h_{\text{кв.ш}}^2 = \frac{3 \cdot (2^n - 1)}{\Pi^2} = \frac{3 \cdot (2^8 - 1)}{1,6^2} = 7,6 \cdot 10^4$$

13. Мураккаб сигнал ва мослашган филтрдан фойдаланиш

Радиоалоқа ва радиобошқарув тизимлари халақитбардошлигини ошириш учун турли усул ва воситалардан, шу жумладан мураккаб-базаси $B_c \gg 1$ сигналлардан ҳам фойдаланилади.

Ҳозирда давомийлиги T_c бўлган, m -та дискрет “1” ва “0” сигналлар кетма-кетлигидан иборат бўлган мураккаб сигналлардан кенг фойдаланилмоқда. Бундай сигналларни рақамли техника ва микропроцессорларидан фойдаланиб шакиллантириш ва ишлов бериш нисбатан онсон.

Қабуллашда юқори ишончлилиқни таъминлаш учун мураккаб сигналлар бир қатор талабларга жавоб бериши керак.

1. Мураккаб сигнал корреляция функцияси иложи борича (максимум) бўлиши;
2. Фойдаланиладиган ҳар қандай икки кодлар кетма-кетлиги ўзаро корреляцион функцияси (УКФ) τ -нинг ҳар қандай қийматларида нольга яқин бўлиши талаб этилади, яъни

$$R_{ij} = \frac{1}{T_c} \int_0^{T_c} S_i(t) S_j(t - T) d\tau \approx 0$$

Аммо амалиётда реал мураккаб сигналлар учун бу иккинчи шартнинг бажарилиши учун, фойдаланиладиган сигналлар $R_{ii}(\tau)/R_{ij}(\tau)$ нисбати иложи борица катта бўлишига эришиш керак, бу ҳолда қабуллашда юқори халақитбардошлик таъминланди. Бу мураккаб сигнал УКФ нинг ўзига ҳос хусусиятларидан бири, у τ -аргумент учун жуфт функция эмас, яъни $R_{ii}(\tau) \neq R_{ij}(-\tau)$ ва унинг энг катта –максимал қиймати $\tau=0$ да бўлмайди.

Алоқа канали орқали узатиладиган “1” ва “0” лардан иборат сигналларни $S_2(t) = -S_1(t)$ орқали белгилаймиз. Бу сигналлар ҳар бирининг давомийлигини $T_c = m\tau_0$ деб ҳисоблаймиз (m – мураккаб сигнал кодлари кетма-кетлиги “1” ва “0” лар сони, τ_0 – элементар сигналлар, “1” ва “0” лар давомийлиги).

$$S_1(t) = \{1; -1; 1; -1; -1; 1; 1; -1\}$$

$$S_2(t) = -S_1(t) = \{-1; 1; 1; -1; -1; -1; 1; 1\}$$

14. Мослашган филтър импульс характеристикаси

Мослашган филтър чиқишидаги сигнал ҳар қандай онда ўрам (свёртка) интеграл билан характерланади.

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} g(\tau) \cdot S(t - \tau) d\tau,$$

бунда $g(\tau)$ – филтър импульс характеристикаси. Импульс характеристика (ИХ) бу филтър (умуман олганда электр занжир) нинг дельта функция – $\delta(t)$ га акс таъсири, яъни $q(\tau) = \Phi[\delta(t)]$.

Филтърнинг ИХ си унинг АЧХ си билан Фурье жуфт ўзгартириши орқали боғланган

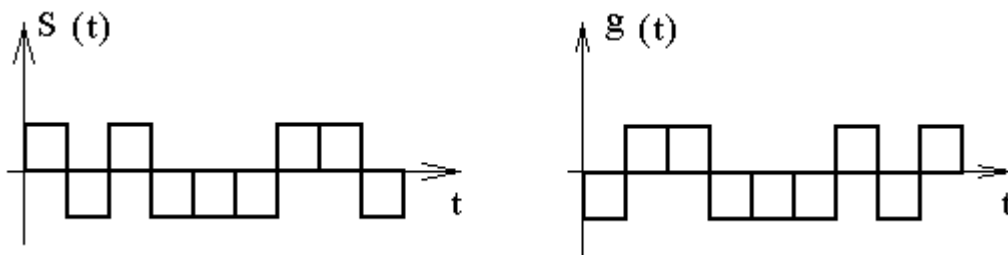
$$g_{\text{мф}}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} K_{\text{мф}}(j\omega) e^{j\omega\tau} d\omega = \frac{1}{2\pi} a \int_{-\infty}^{\infty} S(j\omega) e^{-j\omega t_0} \cdot e^{j\omega t} d\omega,$$

$t_0 = T_c$ ни эътиборга олиб юқоридаги интегралнинг натижасида қуйидагини оламиз:

$$g_{\text{мф}}(t) = a S^*(T_c - t)$$

Мослашган филтър ИХ си, a – доимий катталиқгача аниқлик билан кириши сигнали $s(t)$ нинг вақт ўқи t бўйича ўнг томонга $t_0 = T_c$ га сурилган ойнадаги аксига тенг бўлади.

$s_1(t)$ сигналнинг импульс характеристикаси қуйидаги кўринишга эга бўлади



15. Мураккаб сигналларни қабуллаш учун мослашган филтр киришидаги сигнал. “1” ва “0” символлари орқали узатилган мураккаб сигналнинг МФ чиқишидаги шакли

Дискрет кетма-кетлик сигнали учун мослашган филтр: m -та чиқиши ва умумий кечиктириш вақти сигнал давомийлиги T_c -га тенг бўлган кечиктириш линияси; $(m-1)$ га чиқишидаги ҳар бир сигнал фазаларини $\pi(180^\circ)$ га сурувчи ва чиқишида ҳамма кириш сигналлари амплитудасига тенг импульс ҳосил қилувчи сумматор (йиғувчи)дан иборат бўлади.

$s_1(t)$ импульслар кетма-кетлиги дастлаб ҳар бири τ_0 вақт оралиғига кечиккан сигналларни олишни таъминловчи чиқишлар бор кечиктириш линияси киришига, сўнгра фаза сурувчи – инвертор ва сумматор (йиғувчи) киришига берилади. Фазани ўзгармас сақлайдиган ва 180° га ўзгартирадиган (инвертор) каскадлар икки қутбли импульслар кетма-кетлиги алмашишига мос равишда уланади.

Қабуллашда ҳамма импульслар кетма-кетлиги кичиктириш линияси орқали сурилади ва ҳамма импульслар кетма-кетлиги қутблари (“–” ёки “+”) кечиктириш линияси ва қўшувчи (сумматор) орасидаги каскадлар қутб белгилари (“+” ва “–”) га мос вақтда ҳамма импульслар бир-бирига қўшилади ва МФ чиқишида импульс сигнал энг катта қиймати ҳосил бўлади, бошқа ҳамма ҳолатларда қўшиш амали бир хил фазали элементар сигналлар учун бажарилмайди, натижада чиқиш импульс сигнали қиймати асосий максимумнинг тахминан ўндан бирига тенг бўлади.

Филтр киришига қутблари (“+” ва “–”) ўзгарувчи импульслар кетма-кетлиги $\{-1; 1; -1; 1; -1; 1; -1; 1; -1\}$ берилган ҳолат учун ҳалақит шаклини ҳисоблаймиз.

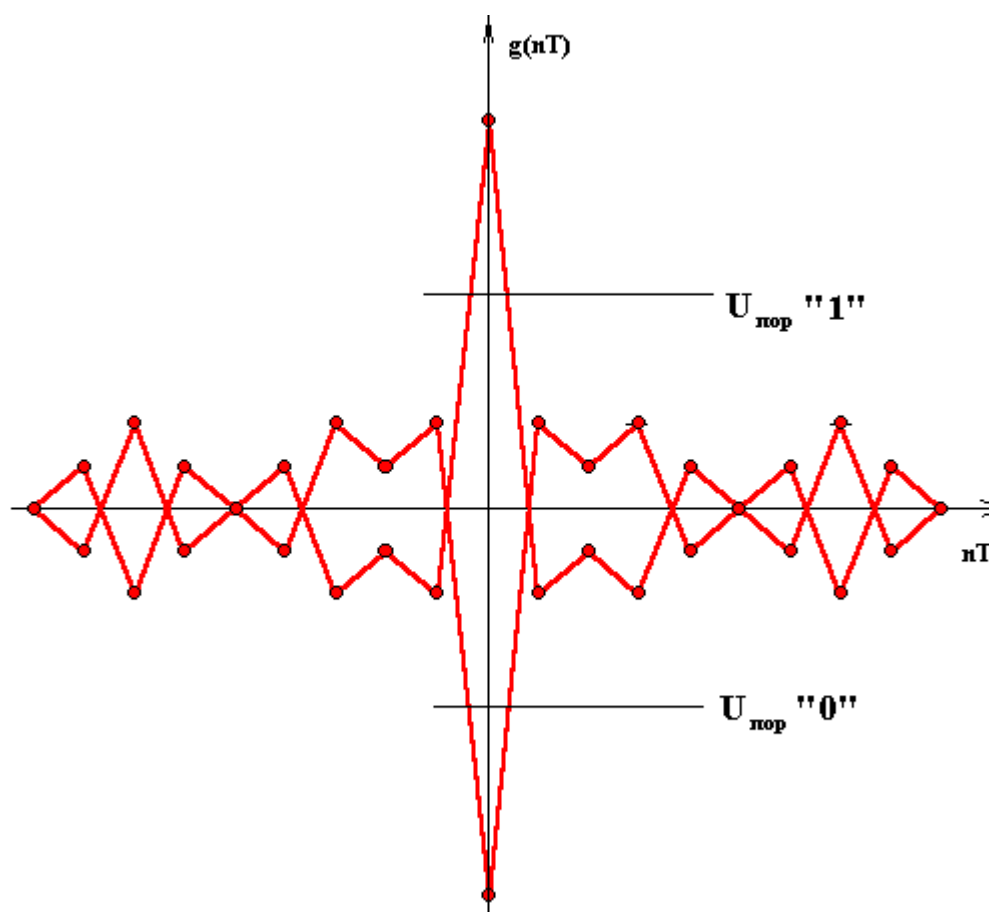
“1” симболи узатилганда МФ сигнал чиқишидаги фойдали сигнал шаклини ҳисоблаймиз. “1” символ узатилганда МФ чиқишидаги сигнал мураккаб сигнал корреляция функциясининг кечиктириш вақтига сурилган шаклига тўғри келади.

Корреляция функцияси куйидаги формула асосида ҳисобланади:

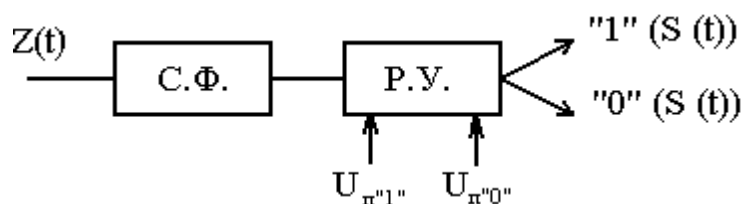
$$y(nT_c) = \sum_{n=1}^m \sin t_r \sin(t + nT)$$

16. Мураккаб сигналларни МФ дан фойдаланиб қабуллашда синхрон ва асинхрон қарор қабул қилишда ҚҚҚҚ нинг оптимал бўсағаси (сатҳи)

“1” ва “0” символларни узатганда МФ чиқишидаги сигналлар графиги расмда келтирилган.



ҚҚҚҚ чиқишида “1” ёки “0” элементар символлар $t_0=T_c$ вақтда пайдо бўлади. ҚҚҚҚ нинг МФ чиқишидаги сигнал асосида синхрон ва асинхрон усулда қарор қабул қилиш структуравий схемасини кўриб чиқамиз.



Асинхрон усул

Асинхрон усулда қабуллашда МФ чиқишида шакилланган сигнал ҚҚҚҚ киришига берилади. ҚҚҚҚ да бу сигнал ҚҚҚҚ сатхи билан таққосланади ва “1” ёки “0” символини шакиллантиради. Бу усулда ҚҚҚ сатхи (пороги) корреляция функцияси максимумини ва ундан кейин келадиган навбатдаги энг катта қийматлар ўртасидаги қийматга тенг қилиб танланади:

$$U_{\text{опт}} = \frac{U(t = T_c) + U(t \neq T_c)}{2} = \frac{9+1}{2} = 5$$

Синхрон усулда қабуллашда $U_c=0$ бўлиб, ҚҚҚ схемасида кириш сигнали синхрон равишда $t_0=T_c$ вақтда, корреляция функцияси ўзининг энг катта қийматига эришган вақтда $U_c=0$ билан таққослаш натижасида амалга оширилади.

Халақитбардошликнинг юқори бўлишини таъминлаш учун сигнални синхрон қабуллаш усулидан фойдаланиш керак, аммо бу усулда синхрон иш ҳолатининг таъминлаш қийинчилиги пайдо бўлади.

17. Мослашган филътрдан фойдаланилганда эришилган энергетик ютук

Алоқа каналида “оқ шовқин” кўринишидаги флуктацион халақит бўлган ҳолатда дискрет сигнал тугаш вақти $t_0=T_c$ да МФ ўз чиқишида фойдали сигнал қувватининг халақит қувватига нисбатининг энг катта бўлишини таъминлайди. МФ чиқишидаги с/х нисбатининг унинг киришидаги с/х га нисбатан катталашиши сигнал базасига тенг бўлиб, интеграллаш натижасида фақат халақит ўзгаради. Энергетик ютук куйидагича аниқланади:

$$q = \frac{h_{\text{оқшк}}^2}{h_{\text{кир}}^2} = \frac{9 \cdot A^2 \cdot T \cdot \delta^2 \cdot \Delta f}{2 \cdot \delta^2 \cdot \frac{A^2}{2}} = 9,$$

бунда T_c – сигнал давомийлиги, Δt_0 – элементар сигнал давомийлиги.

Дискрет сигналлар кетма-кетлигини МФ дан фойдаланиб қабуллаш натижасидаги энергетик ютуқ $q=9$ га (мураккаб сигналдаги элементлар сони m -га) тенг бўлади.

Шундай қилиб, хабар сигнали символлари “1” ва “0” ни акс эттирувчи дискрет кетма-кетликлар давомийлигини катталаштириш орқали ҚҚҚ схемаси киришидаги с/х нисбатини яхшилаш, натижада алоқа тизими халақитбардошлигини ошириш мумкин. Бу ўз навбатида хабар узатиш тезлигини камайтиради. Бунда тезликни пасайтириш ҳисобига сигнал энергиясини ошириш ва халақитбардошликнинг яхшиланишига эришилади.

18.Мураккаб сигнал ва МФ дан фойдаланилганда қабуллаш қурилмаси чиқишида с/х нисбати

19.

Хабар “1” ва “0” символларига мос келувчи сигналлар бир-бирига тескари ва узатилган сигналлар ҳақида қарор қабул қилишда сигнал сатҳини қарор қабуллаш учун ўрнатилган сатҳ U_c билан синхрон таққослашдан фойдаланилади.

Берилган шартлар асосидаги ҳисоблашлар МФ чиқишидаги с/х нисбати, унинг киришидагига нисбатан $q=9$ марта катта бўлади.

$$h_0^2 = \frac{9 \cdot A^2 \cdot T}{2 \cdot N_0} = \frac{9 \cdot (3 \cdot 10^{-3})^2}{2 \cdot 9,72 \cdot 10^{-7}} = 41,667$$

20.Лойихаланган алоқа тизимининг хабар ўтказиш имконияти

Алоқа тизимининг хабар ўтказиш имконияти халақитлар нольга тенг бўлганда ўзларининг энг катта қийматларига, манба хабар ишлаб чиқариш қобилиятига тенг бўлади.

Алоқа каналининг хабар ўтказиш имконияти – унинг хабар ўтказиш энг катта (максимал) тезлигига тенг.

Берилган Δf_{Π} ва h лар учун узлуксиз алоқа каналининг хабар ўтказиш имкониятини К.Шенон формуласи асосида аниқлаймиз.

$$C = \Delta f_0 \log \left(1 + \frac{P_c}{P_{\pi}} \right) = 1200 \cdot \log(1 + 4,63) = 900,61$$

Дискрет алоқа канали орқали $P(1)=0,09$ ва $P(0)=0,91$ априор эхтимоллик билан узатиладиган, иккилик хабар манбаи энтропиясини ва хабар ишлаб чиқиш имкониятини ҳисоблаймиз:

$$H(S) = -P(S_1) \cdot \log(P(S_1)) - P(S_2) \cdot \log(P(S_2)) = -0,09 \cdot \log(0,09) - 0,91 \cdot \log(0,91) = 0,131$$

Ортиқчаликни аниқлаймиз:

$$\eta := \frac{1 - H(S)}{H_{\text{он}}(S)} = \frac{1 - 0,131}{1} = 86,9 \%$$

Ортиқчалик 86,9 % ни ташкил этади ва алоқа канали орқали ахборот етказмайдиган хабар символларини узатишга ва уни ортиқча юкланишига олиб келди.

21.Хулосалар

Дискрет сигналларни турли усулларда қабуллаш натижасида эришиладиган ҳалақитбардошликларни таққослаймиз:

Сигнални қабул қилиш усули	$P_{\text{ўрт.хато.}}$
Бир танлов (отчет) асосида	$6,4 \cdot 10^{-1}$
Бир танлов қиймати (отчет) асосида оптимал қабуллаш	$8,2 \cdot 10^{-1}$
Синхрон тўплаш усули (учта танлов (отчет) қиймати асосида)	$4,6 \cdot 10^{-1}$
Катта базали сигналларни МФ ёрдамида қабуллаш	$< 10^{-1}$

Таққослаш жадвалидан кўринадики, бир танлов қиймати (отчет) асосида қабуллаш энг кам ҳалақитбардошликни таъминлайди. Сигнал симболи давомийлиги T_c вақтда ундан олинадиган танлов қиймат (отчет)лари сонини ошириш ёки танлов (отчет)лар сони сақланиб қолинган ҳолда T_c -ни катталаштириш орқали ҳалақитбардошликни ошириш мумкин. Аммо символ T_c -ни катталаштириш хабар узатиш тезлигини камайтиришига олиб келади.

МФ с/х нисбатининг энг катта қийматини таъминлайди, натижада ҳалақитбардошлик ошади. Ҳалақитбардошликни катталаштириш учун

базаси катта мураккаб сигналлардан, уларни МФ дан фойдаланиб қабуллаш керак ва ҚҚҚҚда синхрон ҚҚҚ усулини қўллаш керак.

Дискрет сигналларни когерент қабуллаш натижасида ҳам юқори халақитбардошлик билан қабуллаш мумкин, аммо ҳамма вақт ҳам қабулланаётган сигнал параметрлари қабуллаш томонидан маълум бўлмайди.