

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**БУХОРО ОЗИҚ - ОВҚАТ ВА ЕНГИЛ САНОАТ
ТЕХНОЛОГИЯСИ ИНСТИТУТИ**

“Касбий таълим” факултети

**«Информатика ва ахборот технологиялари» кафедраси
асс.Аслонов Қ.З.**

РЕФЕРАТ

**Мавзу: “MATLAB® ПАКЕТИДА СИГНАЛЛАРНИ РАКАМЛИ КАЙТА
ИШЛАШГА ОИД БАЪЗИ – БИР СТАНДАРТ МАСАЛАЛАРНИ ЕЧИШГА
МИСОЛЛАР”**

СИГНАЛЛАРНИ РАКАМЛИ КАЙТА ИШЛАШГА ОИД БАЪЗИ – БИР СТАНДАРТ МАСАЛАЛАРНИ ЕЧИШГА МИСОЛЛАР.

Сигналларни ракамли кайта ишлашга оид стандарт масалалардан бири булган сигнал спектрини аниклаш масаласини куриб чикамиз (Фурье шакл алмаштиришидан фойдаланиш).

Бу масалани ечиш йулларини куриб чикиш учун «сигнал спектри» тушунчаси таърифини бериш керак.

Агар бирон – бир тебраниш жараёни «гармоника» лар деб аталувчи турли частотали гармоник тебранишлар йигиндиси шаклида ифодаланса, у холда **тебраниш жараёни спектри** деб амплитудаларнинг турли частоталар буйича таксимотини тасвирлови функцияга айтилади. Спектр мазкур жараёнда кайси турдаги тебранишлар преобладают килишини, унинг ички тузилмаси кандайлигини курсатади.

Сигнал спектрини аниклаш учун (тугри ва тескари) Фурье шакл алмаштириш аппаратидан фойдаланилади. Фурье шакл алмаштириш сигналларни частоталар соҳасида тавсифлаш учун ишлатилади.

$x_a(t)$ анологли сигналнинг $x_a(t)$ спектри деб ушбу

$$x(j\omega) = \int_0^{\infty} x_a(t) e^{-j\omega t} dt \quad (1)$$

Тугри Фурье шакл алмаштиришига айтилади.

Тескари Фурье шакл алмаштириш ёрдамида сигналнинг узини спектр оркали ифодалаш мумкин:

$$x_a(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} x_a(j\omega) e^{j\omega t} dt \quad (2)$$

$x(nT)$ дискрет сигналнинг $x_n(j\omega T)$ спектри деб ушбу

$$X(e^{j\omega T}) = \hat{O} \{x(nT)\} = \sum_{n=0}^{\infty} x(nT) e^{-j\omega nT} \quad (3)$$

тугри Фурье шакл алмаштиришига айтилади.

$X(nT)$ сигнални спектр оркали тескари Фурье шакл алмаштириш оркали ифодалаш мумкин:

$$X(nT) = \hat{O}^{-1} \{X(e^{j\omega T})\} = \frac{T}{2\pi} \int_{-\pi/T}^{\pi/T} X(e^{j\omega T}) d\omega \quad (4)$$

Узлуксиз функция (яъни анолог сигнали) учун Фурье шакл алмаштириш таърифини [3] да топиш мумкин. Дискрет Фурье шакл алмаштиришни куйидагича аниклаш мумкин: $x(nT)$ – NT даврли даврий кетма – кетлик булсин (даврили – N отечётот), яни $x(nT) = x(nT + m \cdot NT)$, m – бутун сон. Дискрет Фурье шакл алмаштириши (ДФША) деб узаро бир кийматли шакл алмаштиришлар жувтига айтилади:

$$X(k) = X(k\Omega) = \sum_{n=0}^{N-1} x(nT) e^{-jkn\Omega T} \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad (5)$$

$$x(n) = x(nT) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k\Omega) e^{jkn\Omega T} \quad n = 0, 1, \dots, N-1 \quad (6)$$

(5) ифода **тугри** дискрет Фурье шакл алмаштиришини аниқлайди, (6) ифода эса **тескари** дискрет Фурье шакл алмаштиришини аниқлайди.

Бу шакл алмаштиришда $\Omega = \frac{2\pi}{NT}$ - шакл алмаштиришининг асосий частотаси,

(бин ДПФ). Бурувчи купайтувчи деб аталувчи $e^{-j\Omega T} = e^{-j2\pi/N}$ ни W_N оркали белгиласак, тугри ва тескари дискрет Фурье шакл алмаштиришларни куйидагича кайта ёзиб олса булади

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)W_N^{kn}, \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad (7)$$

$$x(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k)W_N^{-kn}, \quad n = 0, 1, \dots, N-1 \quad (8)$$

$X(k)$ дискрет Фурье шакл алмаштириш, $x(n)$ кетма – кетликнинг узи хам каби, k аргумент буйича N даврий функциядир, чунки

$$W_N^{kn} = W_N^{(k+mN)n}$$

бу ерда m – бутун сон. Дискрет Фурье шакл алмаштириш чекли N узунли $x(nT)$ кетма – кетликни ифодалаш учун хам ишлатилиши мумкин, бу чекли кетма – кетлик $n=0, 1, 2, \dots, N-1$ да аниқланган ва $[0; N-1]$ кесма ташқарисида 0 га тенг. Хақиқатдан хам бундай кетма – кетликни тегишли даврий кетма – кетликнинг бир даври деб караш мумкин ва (7) хамда (8) шакл алмаштиришлардан фойдаланиш мумкин; фақат $X(k)$ ва $x(n)$ ларни $[0; N-1]$ кесма ташқарисида 0 га тенг деб хисоблаш мумкин.

(3) формула билан аниқланган чекли дискрет сигнал спектрини ($n>0$ ва $n>N-1$ булганда $X(nT)=0$ эканлигини хисобга олган холда) ва айнан шу сигналнинг дискрет Фурье шакл алмаштиришни ((5) формула) таккослаганда куришиб турибдики, дискрет Фурье шакл алмаштирилиши – бу спектрнинг частота буйича дискретлаштириш интервали $\Omega=2\pi/NT$ га тенг булган даврда олинган $N_{\text{ма}}$ отсчётларидир.

Signal Processing кутубхонасида (тугри ва тескари) дискрет Фурье шакл алмаштиришларни бажариш учун иккита функция мавжуд:

$Y=\text{fft}(x,N)$ функцияси N нуктали дискрет Фурье шакл алмаштиришни хисоблайди. Агар x векторнинг узунлиги N дан кичик булса, у холда дискрет Фурье шакл алмаштирилишининг узунлиги x вектор узунлигига тенгдир. Агар x матрица булса, у холда N – нуктали дискрет Фурье шакл алмаштирилиши x матрицанинг хар бир устунни учун бажарилади.

$Y=\text{ifft}(x,N)$ функцияси N – нуктали тескари шакл алмаштирилишини хисоблайди. Бу функция параметрлари $\text{ifft}(x,N)$ функция параметрларига ухшашдир.

Бу функцияларнинг фаркли хусусиятлари шундан иборатки, улар машина тилида тузилган (яъни улардан M – файл куринишида фойдаланиб булмайди). Бундан ташқари, бу функциялар тез Фурье шакл алмаштириш алгоритмлари деб аталувчи махсус алгоритмларни амалга оширади (функциянинг FFT номи хам шундан келиб чиккан – Fast Fourier Transform). Бу махсус алгоритмлар дискрет Фурье шакл алмаштиришларининг бажарилишини значително тезлаштирилади. Барча курсатиб утилган афзалликлар биргаликда (машина тилида амалга оширилганлиги + махсус алгоритмлар) fft ва ifft функциялардан фойдаланилганда дискрет Фурье шакл алмаштиришининг жуда юкори бажарилиш тезлигини беради.

Дискрет сигналлар спектрини аниқлашда $\text{fft}()$ функциядан фойдаланишга мисоллар куриб чикамиз.

1 – мисол. Сигнал $S=3.5 \cos(\pi t)$ ифода билан тавсифланади. Дискретлаштириш $T_S=0.3$ сек, отсчётлар сони $N=30$. Берилган вақт оралигида ясалсин. Сигнал устида Фурье шакл алмаштириши бажарилсин. Шакл алмаштирилган сигналнинг абсолют киймати (амплитудаси) ва фозаси графиклари ясалсин (яъни А4Х ва Ф4Х графиклари ясалсин)

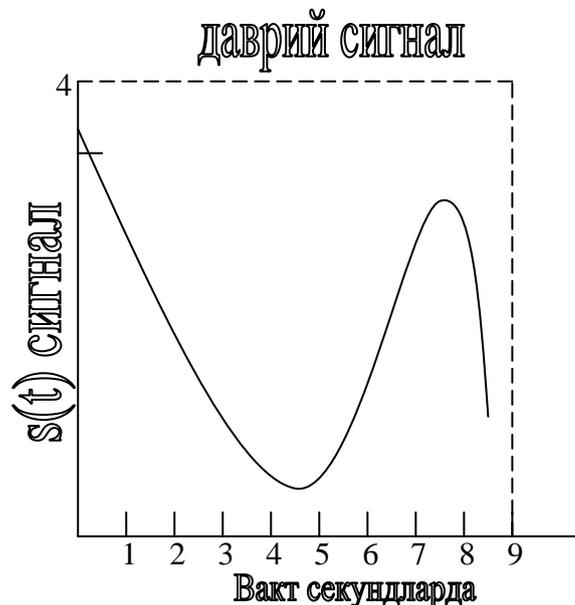
Куйида бу масалани хал килувчи скрипт – файл берилган.

```

Clear
Clc
T_s=0.3;
N=30;
Time=[0:N-1]*T_S;
S=3.5*cos(0.3*pi.*time);
Figure
Plot(time, s); % figure # 1
Grid
Xlabel('time in sec')
Ylabel('signal s(t)')
Title('periodical signal (time domain)')
Zoom
S_FT=fft(s);
Freq_plot=[0:N-1]/(N-1);
Figure % figure #2
Zoom
Plot(freq_plot, real(S_FT)), grid
Title('absolute value of transformed signal (frequency domain)');
Ylabel('abs. val. Of signal')
Xlabel('Frequencu (in pi units)')
Figure % figure #3
Zoom
Plot(freq_plot, imag(S_FT)), grid
Title('Phase(angle) of transformed signal (frequency domain)');
Ylabel('Phase of signal')
Xlabel('Frequencu (in pi units)')

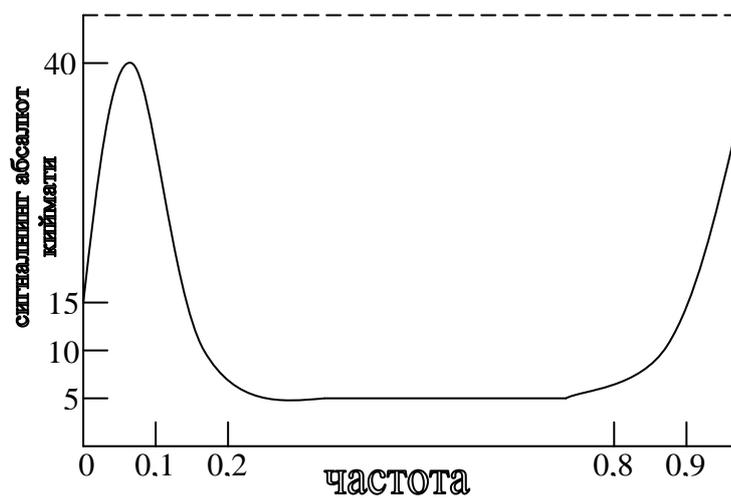
```

Бу файлининг бажарилиши натижалари (яъни масаласини ечилиши натижалари) 4 – 6 расмларда графиклар куринишида курсатилган.



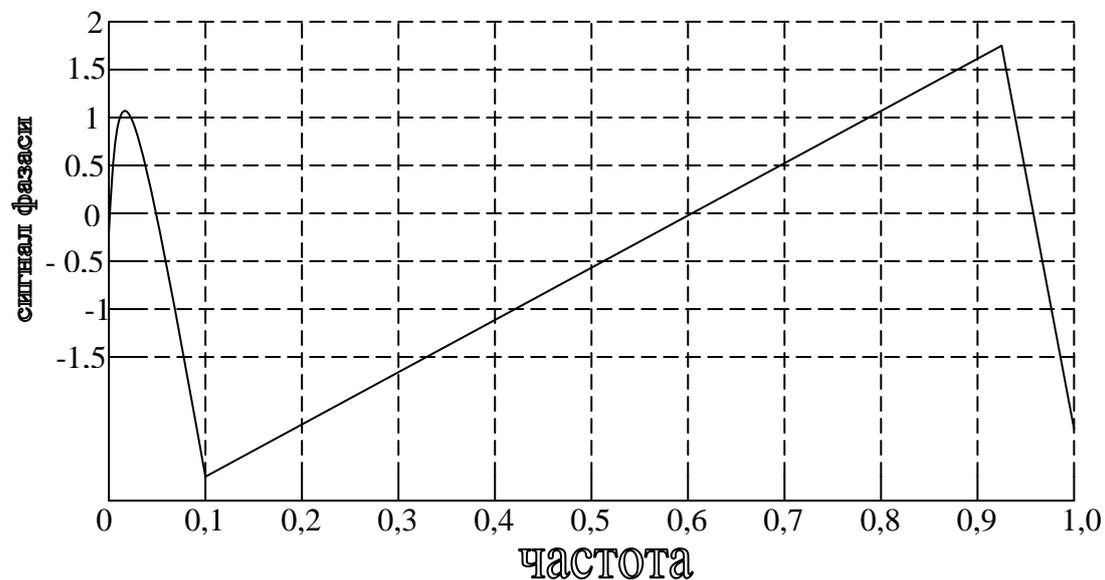
1-расм. Берилган вақт оралигилда сигнал графиги

Шакл алмашган сигналнинг абсалют киймати (частоталар соҳасида)



2-расм. Частоталар соҳасида сигнал амплитудаси графиги

Шакл алмашган сигнал фазаси бурчаги



3-расм. Частоталар соҳасида сигнал фазаси графиги

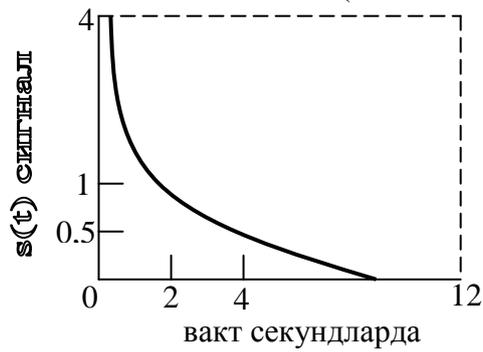
3– мисол. Сигнал $S=1.91e^{-t}$ ифода билан тавсифланади. Дискретлаштириш вақти $T_s=0.1$ сек, отсчётлар сони $N=110$. Берилган вақт оралигида сигнал графиги ясалсин. Сигнал устида Фурье шакл алмаштирилиши бажарилсин. Шакл алмаштирилган сигналнинг кийматни ва фазаси графиклари чизилсин (яъни АЧХ ва ФЧХ графиклари чизилсин).

Куйида бу масалани ечадиган скрипт – файл берилган:

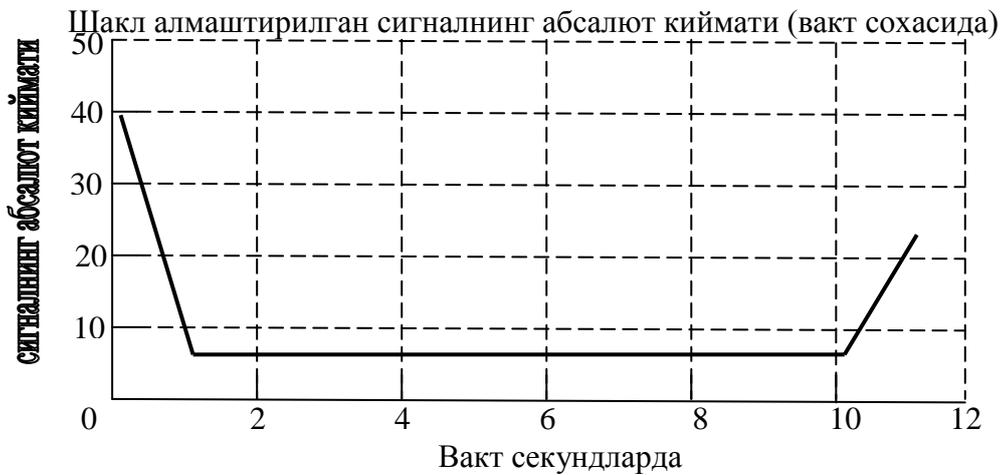
```
Clear
Clc
T_s+.1;
N=110;
Time=[0:N]*T_s;
S=3.91exp(-time);
Plot(time, S); % figure #1
Grid
Xlabel('Time in sec')
Ylabel('Signal s(t)')
Title('Exponential signal(time domain)')
Zoom
S_FT=fft(s);
Freq_plot=[0:N]./N;
Figure % figure #2
Zoom
Subplot(2, 1, 1), plot(time, abs(S_FT)), grid, zoom
Title('absolute value of transformtd signal(time domain)');
Ylabel('absolute value of transformtd signal')
Xlabel('Tim(in sec)')
Subplot(2, 1, 2), plot(freq_plot, abs(S_FT)), grid, zoom
Title('absolute value of transformtd signal(frequency domain)');
Ylabel('absolute value of transformtd signal')
Xlabel('Frequency (in pi units)')
Figure % figure #3
Zoom
Subplot(2, 1, 1), plot(time, angle(S_FT)), grid, zoom
Title('Phase(angle) of transformed signal(time domain)');
Ylabel('Phase of signal')
Xlabel('Time (in sec)')
Subplot(2, 1, 2), plot(freq_plot, angle(S_FT)), grid, zoom
Title('Phase(angle) of transformed signal(frequency domain)');
Ylabel('Phase of signal')
Xlabel('frequency (in pi units)')
```

Бу файл бажарилиши натижалари 7-9 расмларда графиклар куринишида берилган

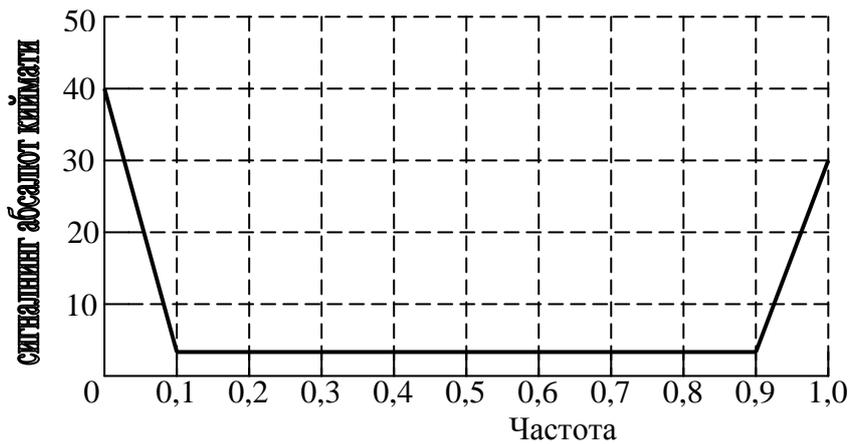
Экспоненциал сигнал (вакт сохасада)



4-расм. Вакт сохасида сигнал графиги

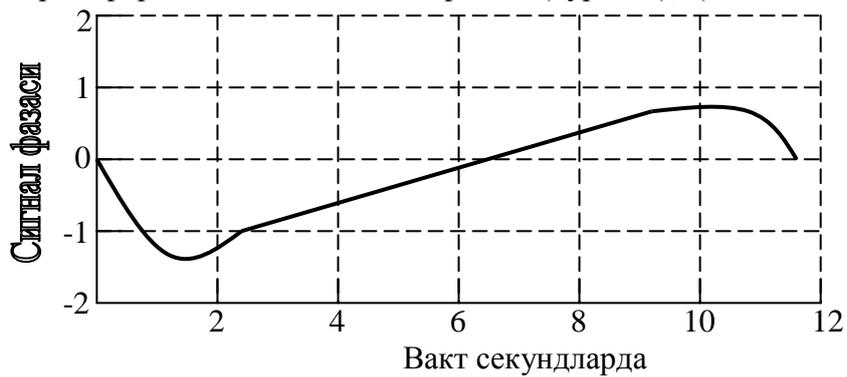


Трансформацияланган сигналнинг абсолют киймати (частоталар сохасида)

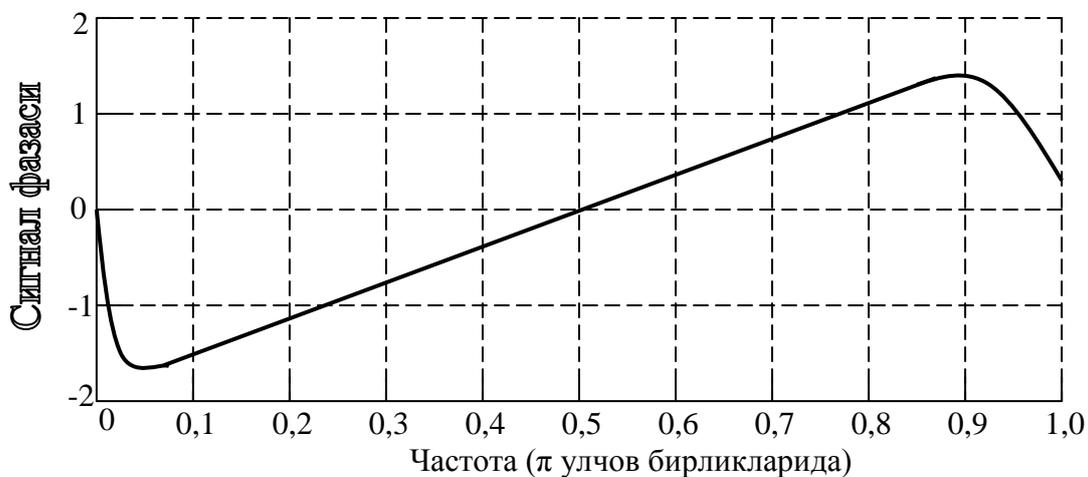


5-расм. Сигнал амплитудаси графиги (вакт ва частоталар сохаларида)

Трансформацияланган сигнал фазаси (бурчаги), (вакт соҳасида)



Трансформацияланган сигнал фазаси (бурчаги), (частоталар соҳасида)



6-рasm. Сигнал фазаси графиги (вакт ва частоталар соҳаларида)