

## RAQAMLI SIGNALLARNI QAYTA ISHLASHDA FURYE TAHLILI

Talaba **A.Nishonov**  
**L.Dalibekov**

Farg'ona davlat texnika universiteti

E-mail: [abdugofurnishonov1@gmail.com](mailto:abdugofurnishonov1@gmail.com)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19730896>

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada raqamli signallarni qayta ishlash (DSP) sohasining fundamental asosi hisoblangan Furiye tahlili, uning turlari va zamonaviy texnologiyalardagi o'rnini tadqiq etiladi. Maqolada vaqt va chastota sohalari o'rtasidagi bog'liqlik, Tezkor Furiye almashtirishining (FFT) hisoblash samaradorligi hamda signallarni filtrlash, siqish va tahlil qilishdagi ahamiyati tahlil qilinadi. Shuningdek, amaliy misollar va grafiklar yordamida Furiye algoritmlarining ishlash tamoyillari ko'rsatib o'tilgan.

**Kalit so'zlar:** Raqamli signallarni qayta ishlash (DSP), Furiye almashtirishi, Diskret Furiye almashtirishi (DFT), Tezkor Furiye almashtirishi (FFT), Spektral tahlil, Filtrlash, Signal amplitudasi, Chastota sohasi.

### KIRISH

Har qanday tabiat hodisasi — ovoz, yorug'lik, tebranish — signal ko'rinishida namoyon bo'ladi. Raqamli dunyoda ushbu signallarni tahlil qilish uchun biz ularni vaqt o'lchovidan chastota o'lchoviga o'tkazishimiz kerak. Jozef Furiye tomonidan taklif etilgan g'oya shundan iboratki, har qanday davriy funksiyani turli chastotali oddiy sinus va kosinus to'lqinlarining yig'indisi sifatida tasvirlash mumkin. Bu DSP sohasida inqilobiy o'zgarishlarga sabab bo'ldi.

#### 1. Nazariy asos: Nima uchun aynan Furiye?

Signalni vaqt sohasida tahlil qilish (amplitudaning vaqtga bog'liqligi) bizga signalning qachon sodir bo'lganini aytadi, lekin uning "nimalardan tashkil topganini" ko'rsatmaydi.

**Furiye teoremasining mohiyati:** Har qanday  $x(t)$  signalini har xil chastota, faza va amplitudaga ega bo'lgan cheksiz miqdordagi sinus va kosinus funksiyalari yig'indisi sifatida tasvirlash mumkin:

$$x(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\omega_0 t) + b_n \sin(n\omega_0 t)]$$

Raqamli tizimlarda biz uzluksiz signal bilan emas, balki diskret (nuqtalar to'plami) bilan ishlaganimiz uchun **DFT (Discrete Fourier Transform)** algoritmi markaziy o'rinni egallaydi.

#### 2. Matematik apparat: DFT va FFT farqi

Raqamli qurilma (protessor) signalni hisoblashda quyidagi kompleks sonlar ko'rinishidagi formuladan foydalanadi:

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot e^{-j \frac{2\pi}{N} kn}$$

Bu yerda  $X[k]$  —  $k$ -chastotadagi signalning kuchi va fazasini ko'rsatuvchi kompleks sonidir.

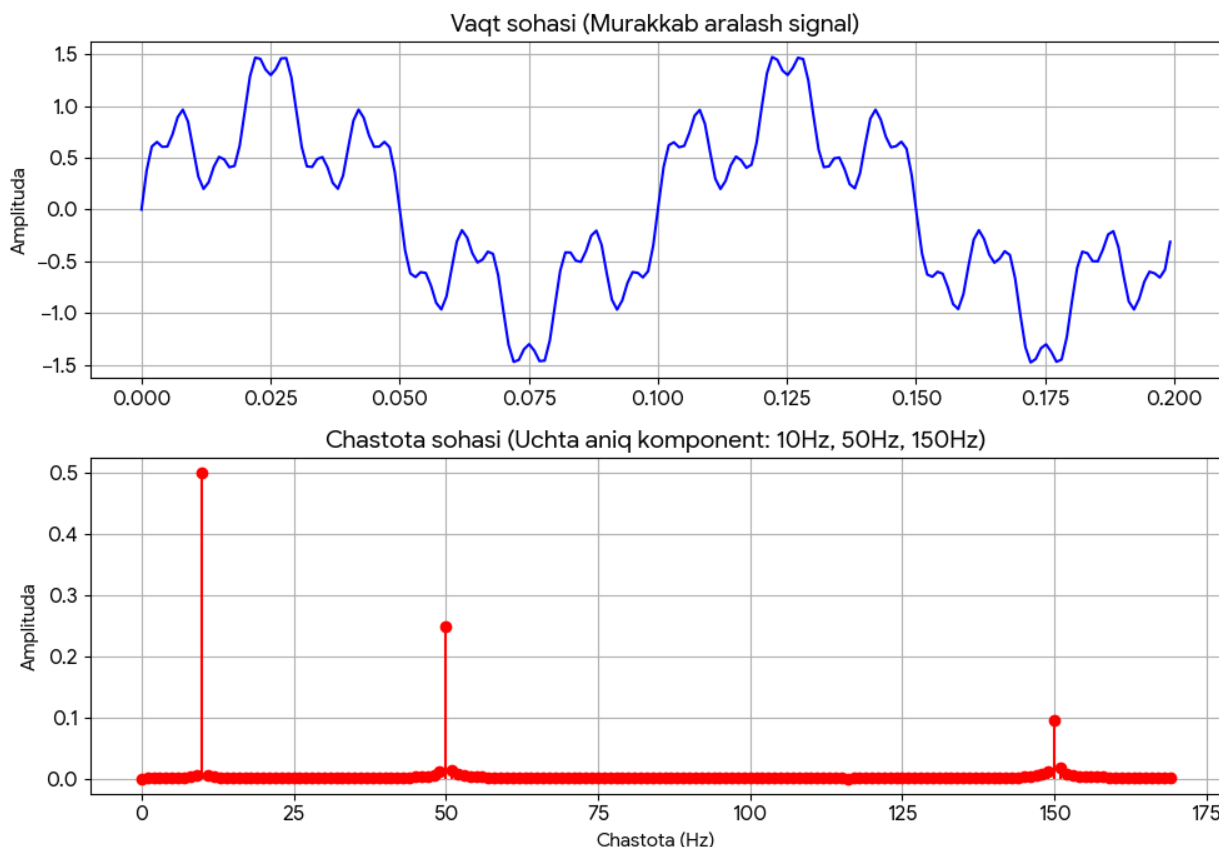
#### Nima uchun FFT muhim?

Agar bizda 1024 ta nuqtadan iborat signal bo'lsa:

- **Oddiy DFT** uchun  $\sim 1,048,576$  ta ko'paytirish amali kerak.
- **FFT (Fast Fourier Transform)** uchun esa bor-yo'g'i  $\sim 10,240$  ta amal kifoya. Bu 100 baravar farq degani va aynan shu narsa smartfonlarda ovozni real vaqtda qayta ishlash imkonini beradi.

### 3. Signalni spektral tahlil qilish (Kengaytirilgan grafik)

Signal tarkibida bir nechta chastotalar aralashgan bo'lsa, Furye ularni bir-biridan ajratib beradi.



### 4. DSPda Furye tahlilining muhim funksiyalari

Maqolada quyidagi 4 ta asosiy funksiyani chuqurroq yoritish kerak:

1. **Spektrogrammalar yaratish:** Signal chastotasining vaqt o'tishi bilan qanday o'zgarishini ko'rish (masalan, nutqni aniqlash tizimlarida).
2. **Konvolyutsiya (O'rama) va Filtrlar:** Vaqt sohasida o'ta murakkab bo'lgan matematik amallar Furye sohasida oddiy ko'paytirishga aylanadi. Bu filtrlar (LPF, HPF) yasashni osonlashtiradi.
3. **Signalni tiklash (Windowing):** Signallarni chekli bo'laklarga bo'lib o'rganishda Xamming (Hamming) yoki Xann (Hann) darchalaridan foydalanish orqali spektral xatoliklarni kamaytirish.
4. **Radar va Sonar tizimlari:** Aks sado bergan signalning chastota siljishini (Doppler effekti) Furye orqali tahlil qilib, ob'ekt tezligini aniqlash.

### 5. Taqqoslash jadvali: Amaliy platformalar

Platforma	Furye uchun kutubxona	Foydalanish sohasi

<b>MATLAB</b>	fft(), ifft()	Ilmiy tadqiqotlar va prototiplash
<b>Python</b>	numpy.fft, scipy.fft	Ma'lumotlar fan va ML integratsiyasi
<b>C++ / Embedded</b>	FFTW, CMSIS-DSP	Real vaqtda ishlovchi qurilmalar, mikroprotessorlar

### **Xulosa**

Furye tahlili bo'lmaganda, na zamonaviy telekommunikatsiya (4G/5G), na raqamli musiqa va na tibbiy skanerlash qurilmalari mavjud bo'lar edi. Bu matematik usul bizga tartibsiz ko'ringan signallar ortidagi matematik uyg'unlikni ko'rsatib beradi.

### **Adabiyotlar, References, Литературы:**

1. Lyons, R. G. (2010). Understanding Digital Signal Processing. (Dunyo bo'ylab DSP bo'yicha eng ommabop darslik).
2. Smith, S. W. (1997). The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing. (Amaliy misollar uchun qulay manba).
3. Kuo, S. M., & Gan, W. S. (2005). Digital Signal Processors: Architectures, Implementations, and Applications.
4. O'zbekiston Milliy Universiteti ma'ruzalari: "Signallar va tizimlar" fani bo'yicha uslubiy qo'llanmalar.