

ABONENT KIRISH TARMOQLARIDA YUQORI TEZLIKLI MA'LUMOT UZATISHNI TA'MINLASH VA KECHIKISHNI MINIMALLASHTIRISH USULLARI.

Ilmiy tatqiqotchi: **Mahammadjonov Hayotjon Shuhratjon o'g'li**
Nuriddinov Diyorbek Ikromjon o'g'li

Ilmiy rahbar: **Dalibekov Lochinbek Rustambekovich**

Farg'ona davlat texnika universiteti.

Annotatsiya: Ushbu maqola keng polosali va cheklangan polosali signallarni tahlil qilish metodlarini ilmiy jihatdan yoritishga qaratilgan. Keng polosali signallar yuqori chastotali komponentlarga ega bo'lib, ularni o'rganish va qayta ishlash telekommunikatsiya, radar tizimlari va signalni uzatish tizimlarida muhim ahamiyat kasb etadi. Cheklangan polosali signallar esa, aksincha, aniqlangan chastota diapazoniga ega bo'lib, ular radioaloqa, audio va video signallarni tahlil qilishda keng qo'llaniladi. Maqolada Fourier transformasi, spektral tahlil, filtrlar, vaqt-chastota analizlari kabi zamonaviy metodlar yordamida signallarni o'rganish usullari tahlil qilinadi. Shuningdek, signallarni raqamli shaklda qayta ishlashning DSP texnologiyalari, shovqinni kamaytirish va spektral komponentlarni ajratish usullari keltiriladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, to'g'ri metodlarni tanlash signallar sifatini yaxshilash, uzatishdagi xatolarni kamaytirish va tizimning samaradorligini oshirish imkonini beradi. Mazkur maqola elektronika, telekommunikatsiya va raqamli signalni qayta ishlash sohasida tahsil olayotgan talabalar hamda amaliy mutaxassislar uchun foydali ilmiy manba bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: keng polosali signal, cheklangan polosali signal, Fourier transformasi, spektral tahlil, filtrlar, vaqt-chastota tahlili, DSP, shovqinni kamaytirish, spektr komponentlari

Abstract: This article focuses on the scientific analysis methods for broadband and narrowband signals. Broadband signals contain high-frequency components, making their study and processing crucial in telecommunications, radar systems, and signal

transmission. Narrowband signals, in contrast, occupy a limited frequency range and are widely used in radio communication, audio, and video signal analysis. The paper examines contemporary methods for analyzing these signals, including Fourier transforms, spectral analysis, filtering, and time-frequency analysis. Additionally, digital signal processing (DSP) technologies, noise reduction techniques, and spectral component separation methods are discussed. The results indicate that selecting appropriate analysis methods significantly improves signal quality, reduces transmission errors, and enhances system performance. This article serves as a valuable academic resource for students studying electronics, telecommunications, and digital signal processing, as well as for practitioners in the field.

Keywords (English): broadband signal, narrowband signal, Fourier transform, spectral analysis, filters, time-frequency analysis, DSP, noise reduction, spectral components

Аннотация (Abstract на русском): В данной статье рассматриваются методы анализа широкополосных и узкополосных сигналов. Широкополосные сигналы содержат высокочастотные компоненты, что делает их изучение и обработку особенно важными в телекоммуникациях, радиолокационных системах и системах передачи сигналов. Узкополосные сигналы, напротив, занимают ограниченный диапазон частот и широко применяются в радиосвязи, аудио- и видеосигналах. В статье анализируются современные методы изучения сигналов, включая преобразование Фурье, спектральный анализ, фильтрацию и временно-частотный анализ. Также рассматриваются технологии цифровой обработки сигналов (DSP), методы подавления шумов и выделения спектральных компонентов. Результаты исследования показывают, что правильный выбор методов анализа позволяет улучшить качество сигнала, снизить ошибки передачи и повысить эффективность работы системы. Статья представляет практическую и научную ценность для студентов, изучающих электронику, телекоммуникации и цифровую обработку сигналов, а также для специалистов в данной области.

Ключевые слова (Russian): широкополосный сигнал, узкополосный сигнал, преобразование Фурье, спектральный анализ, фильтры, временно-частотный анализ, DSP, подавление шумов, спектральные компоненты

Kirish: Zamonaviy telekommunikatsiya va elektronika tizimlarining rivojlanishi signallarni aniqlik bilan tahlil qilish va qayta ishlash zaruratini keskin oshirdi. Har bir kommunikatsiya tizimi, radar, audio va video qurilmalar, shuningdek, sensor va monitoring tizimlari o'z faoliyatini turli turdagi signallarni uzatish, qabul qilish va qayta ishlash asosida tashkil qiladi. Shu nuqtai nazardan, signallarni tahlil qilishning ilmiy va amaliy metodlari telekommunikatsiya, raqamli va analog elektronika, DSP (Digital Signal Processing) va boshqa texnologik sohalarda eng muhim bo'lib qolmoqda. Signallarni klassifikatsiya qilishda ularning chastota xususiyatlari asosiy omil sifatida qaraladi. Shu bilan bog'liq holda, keng polosali (broadband) va cheklangan polosali (narrowband) signallar ajratiladi. Keng polosali signallar yuqori chastotali komponentlarga ega bo'lib, ularning spektri keng diapazonda tarqalgan. Bunday signallar telekommunikatsiya tizimlarida yuqori tezlikda ma'lumot uzatish, radar tizimlarida aniqlik va aniqlash masofasini oshirish hamda raqamli kommunikatsiya platformalarida samarali ishlash imkonini beradi. Keng polosali signallar ko'pincha tezkor chastota o'zgarishlariga ega bo'ladi va ularni tahlil qilishda spektral, vaqt va chastota domenlaridagi metodlardan foydalanish talab etiladi. Cheklangan polosali signallar esa, aksincha, ma'lum chastota diapazoniga ega bo'lib, ular radioaloqa, audio va video signallar, sensor tizimlarida qo'llaniladi. Ushbu signallar o'z spektri bo'yicha aniq chegaralangan bo'lgani sababli, ularni tahlil qilish va qayta ishlash nisbatan soddaroq bo'lsa-da, yuqori aniqlik va xatoliklarni kamaytirish talab qilinadi. Cheklangan polosali signallarni tahlil qilish orqali tizimning uzatish sifati, signalning shovqodan tozaligi va xizmatning barqaror ishlash ko'rsatkichlarini oshirish mumkin. Signallarni tahlil qilish metodlari turli texnologik va matematik yondashuvlarni o'z ichiga oladi. Fourier transformasi, spektral tahlil, filtrlar va vaqt-chastota analizlari zamonaviy signal tahlilida eng ko'p qo'llaniladigan metodlardan hisoblanadi. Fourier transformasi yordamida signalning chastota komponentlari aniqlanadi, bu esa spektral xususiyatlarni o'rganishga imkon beradi. Shuningdek, filtrlar yordamida kerakli chastota diapazonidagi komponentlarni ajratish va shovqinni

kamaytirish mumkin. Vaqt-chastota tahlillari esa, signalning dinamik xususiyatlarini aniqlash va vaqtga bog‘liq o‘zgarishlarni kuzatish imkonini beradi. Raqamli signallarni qayta ishlash (DSP) texnologiyalari esa analitik va amaliy metodlarni birlashtiradi. DSP algoritmlari yordamida signallarni raqamli shaklda tozalash, spektral komponentlarni ajratish, shovqinni kamaytirish va tizimning umumiy samaradorligini oshirish mumkin. Bu, ayniqsa, audio va video texnologiyalari, raqamli telekommunikatsiya tizimlari va sensor monitoring tizimlarida katta ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar taxlili: Signallarni qayta ishlash va tahlil qilish bo‘yicha ilmiy manbalarni tahlil qilganda, keng polosali va cheklangan polosali signallarni o‘rganishga oid keng qamrovli tadqiqotlar mavjudligi ko‘rinadi. Ushbu sohada dastlabki ilmiy ishlarda signal spektrini matematik modellar orqali tahlil qilishga katta e‘tibor qaratilgan. Fourier transformasi, Laplas transformasi va vaqt-chastota analizlari signallarni spektrogramma orqali ko‘rsatish, chastota komponentlarini ajratish va tahlil qilishning nazariy asoslarini beradi. Tanenbaum va Wetherall (2013) o‘z asarlarida Fourier transformasi va spektral tahlil metodlarining telekommunikatsiya va raqamli signalni qayta ishlashdagi ahamiyatini keng yoritadilar. Keng polosali signallarni o‘rganish bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar ularning spektri kengligi, chastota o‘zgarishlari va yuqori aniqlik talab qilinishini ko‘rsatadi. Forouzan (2012) va Kurose & Ross (2017) asarlarida keng polosali signallarni spektral tahlil qilishda raqamli filtrlar, vaqt-chastota analizlari va DSP algoritmlarining qo‘llanilishi batafsil tahlil qilingan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, keng polosali signallarni raqamli tahlil qilish va filtrlar orqali shovqini kamaytirish, uzatishdagi xatolarni minimal darajaga tushirish imkonini beradi. Shu bilan birga, keng polosali signallarni tahlil qilishda spectrogram, wavelet transformasi va STFT (Short-Time Fourier Transform) kabi metodlar keng qo‘llaniladi. Bu metodlar signalning vaqt va chastota o‘zgarishini bir vaqtda kuzatish imkonini beradi, bu esa real vaqtda ishlash talab qilinadigan tizimlarda, masalan radar va yuqori tezlikli telekommunikatsiya tizimlarida muhim ahamiyatga ega. Cheklangan polosali signallar bo‘yicha adabiyotlarda aksincha, signalning aniqlangan chastota diapazonida tahlil qilish va uzatish sifati asosiy o‘rinni egallaydi. Stallings (2016) va Perlman (2000) asarlarida cheklangan polosali signallarni tahlil qilishda filtrlar va spektral komponentlarni ajratish usullarining samaradorligi ko‘rsatib o‘tilgan. Shu bilan

birga, DSP texnologiyalari orqali cheklangan polosali signallarning raqamli tahlili, shovqini kamaytirish va aniqlikni oshirish imkoniyatlari mavjudligi qayd etiladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, cheklangan polosali signallarni optimal metodlar bilan tahlil qilish tizimning samaradorligini sezilarli darajada oshiradi, uzatishdagi xatolarni kamaytiradi va xizmat sifatini yaxshilaydi. DSP (Digital Signal Processing) texnologiyalari bo'yicha olib borilgan adabiyotlarda ham katta o'rganish ishlari mavjud. DSP algoritmlari yordamida signalning spektral komponentlarini ajratish, filtrlar orqali shovqini kamaytirish, vaqt-chastota tahlili va real vaqtda monitoringni amalga oshirish mumkinligi qayd etilgan. Kurose va Ross (2017) raqamli signallarni qayta ishlashning amaliy jihatlarini yoritib, DSPning audio, video va telekommunikatsiya tizimlarida qo'llanilishining samaradorligini tahlil qilgan.

Metodologiya: Ushbu tadqiqotning metodologiyasi keng polosali va cheklangan polosali signallarni tahlil qilishning nazariy va amaliy jihatlarini o'rganishga qaratilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi — signalning spektral va vaqt-chastota xususiyatlarini aniqlash, turli tahlil metodlarining samaradorligini taqqoslash, shovqini kamaytirish va signal sifatini oshirish bo'yicha optimal yondashuvlarni aniqlash. Metodologiya uch asosiy bosqichga bo'lingan: nazariy tahlil, raqamli simulyatsiya va eksperimental tekshirish. Birinchi bosqichda, keng polosali va cheklangan polosali signallarni matematik model yordamida tasvirlash amalga oshirildi. Keng polosali signallar yuqori chastota komponentlariga ega bo'lib, spektri keng diapazonda tarqalganligi sababli, ularni tahlil qilishda Fourier transformasi va spektral analiz metodlari asosiy vosita sifatida ishlatiladi. Fourier transformasi yordamida signalning chastota komponentlari aniqlanadi, bu esa spektral xususiyatlarni o'rganishga imkon beradi. Shu bilan birga, vaqt-chastota metodlari, masalan, STFT (Short-Time Fourier Transform) va wavelet transformasi, signalning vaqtga bog'liq spektral o'zgarishlarini kuzatish imkonini beradi. Bu metodlar keng polosali signallarni tezkor chastota o'zgarishlarini aniqlash, spektral komponentlarni ajratish va shovqini kamaytirishda muhim rol o'ynaydi. Ikkinchi bosqich raqamli signallarni qayta ishlash (DSP) texnologiyalari asosida amalga oshirildi. Keng va cheklangan polosali signallarni raqamli formatga aylantirish, ularni filtrlar orqali tozalash va shovqini kamaytirish uchun MATLAB va Python dasturlari yordamida algoritmik

simulyatsiyalar o'tkazildi. Tadqiqotda FIR (Finite Impulse Response) va IIR (Infinite Impulse Response) filtrlarining spektral xususiyatlarga ta'siri, shuningdek, filtr parametrlari yordamida signal sifatini oshirish imkoniyatlari o'rganildi. DSP algoritmlari yordamida cheklangan polosali signallarni aniqlangan chastota diapazonida tahlil qilish va spektral komponentlarni ajratish amalga oshirildi. Bu yondashuv signallar sifatini yaxshilash va tizim samaradorligini oshirishga yordam berdi. Uchinchi bosqichda eksperimental tahlil usuli qo'llanildi. Keng polosali va cheklangan polosali signallarni real sharoitlarda sinovdan o'tkazish uchun analog va raqamli signal generatorlari, osiloskoplar va spektral analizatorlardan foydalanildi. Turli chastota diapazonlarida signallar yaratilib, ularning spektral xususiyatlari va vaqtga bog'liq o'zgarishlari o'lchandi. Ushbu eksperimentlar natijasida DSP algoritmlari va filtrlar yordamida amalga oshirilgan tahlilning amaliy samaradorligi tasdiqlandi. Shuningdek, signalning shovqiga chidamliligi va chastota komponentlarini ajratishdagi aniqlik aniqlab berildi. Tadqiqot metodologiyasida shovqini kamaytirish va spektral komponentlarni ajratishning zamonaviy yondashuvlari ham o'rganildi. Wavelet transformasi, Hilbert-Huang transformasi va boshqa vaqt-chastota metodlari yordamida signalning vaqtga bog'liq spektral xususiyatlari kuzatildi. Bu metodlar keng polosali signallarni aniqlash, cheklangan polosali signallarni filtrlash va tizim samaradorligini oshirishda yuqori natijalarni berdi.

Natijalar: Tadqiqot davomida keng polosali va cheklangan polosali signallarni tahlil qilishning turli metodlari o'rganilib, ularning samaradorligi amaliy misollar va simulyatsiyalar orqali baholandi. Fourier transformasi va spektral tahlil yordamida keng polosali signallar spektri to'liq o'rganildi, bu esa chastota komponentlarini aniqlash va ularni amaliy tizimlarda qo'llash imkonini berdi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, Fourier transformasi signalning umumiy spektral xususiyatlarini aniqlashda samarali bo'lsa-da, vaqtga bog'liq o'zgarishlarni kuzatish imkoniyatini cheklaydi. Shu sababli real vaqtda ishlash talab qiladigan tizimlarda vaqt-chastota metodlarining qo'llanilishi muhim ahamiyatga ega. Wavelet transformasi va STFT (Short-Time Fourier Transform) metodlari keng polosali signallarda vaqtga bog'liq spektral o'zgarishlarni aniqlashda yuqori natija berdi. Ushbu metodlar yordamida signalning yuqori chastotali komponentlari va tezkor o'zgarishlari aniqlanib, tizimda shovqini kamaytirish va spektral komponentlarni ajratish

samaradorligi oshirildi. Simulyatsiya natijalari shuni ko'rsatdiki, wavelet transformasi signallarni qisqa vaqt oralig'ida tahlil qilish imkonini berib, real vaqtda monitoring va signalni tezkor qayta ishlash vazifalarini bajarishda eng optimal metodlardan biri hisoblanadi. Cheklangan polosali signallarni tahlil qilishda FIR va IIR filtrlarining qo'llanilishi samarali natijalar berdi. Cheklangan polosali signallarning chastota diapazonini aniqlash va kerakli komponentlarni ajratish orqali signalning shovqiga chidamliligi oshdi va uzatishdagi xatolar kamaydi. DSP algoritmlari yordamida cheklangan polosali signallarni raqamli formatda qayta ishlash natijasida signal sifatining oshishi, spektral komponentlarni aniqlik bilan ajratish va tizim samaradorligini sezilarli darajada yaxshilash mumkinligi tasdiqlandi. Eksperimental tadqiqotlarda keng va cheklangan polosali signallar turli sharoitlarda sinovdan o'tkazildi. Analog va raqamli signal generatorlari, osiloskoplar va spektral analizatorlar yordamida signal spektri va vaqt-domain xususiyatlari o'lchandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, DSP va filtrlar yordamida signalni tozalash va shovqini kamaytirish metodlari real sharoitlarda ham yuqori samaradorlik beradi. Keng polosali signallarda wavelet metodlari yuqori aniqlik va tezkor spektral o'zgarishlarni aniqlash imkonini berdi, cheklangan polosali signallarda esa FIR va IIR filtrlarining to'g'ri sozlanishi signal sifatini sezilarli darajada oshirdi. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, to'g'ri metodlarni tanlash signallarni yuqori aniqlikda tahlil qilish, uzatishdagi xatolarni kamaytirish va tizim samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Keng polosali signallarni tahlil qilishda vaqt-chastota metodlari va wavelet transformasi eng yuqori samaradorlikni beradi, chunki ular signalning tezkor chastota o'zgarishlarini aniqlash imkonini beradi.

Xulosa: Ushbu tadqiqot keng polosali va cheklangan polosali signallarni tahlil qilish metodlarini ilmiy va amaliy jihatdan o'rganishga qaratildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, Fourier transformasi va spektral tahlil signalning umumiy spektral xususiyatlarini aniqlashda samarali bo'lsa, vaqt-chastota metodlari va wavelet transformasi keng polosali signallarda tezkor chastota o'zgarishlarini aniqlash, real vaqtda monitoring va signalni tezkor qayta ishlash imkonini beradi. Cheklangan polosali signallarda FIR va IIR filtrlarining qo'llanilishi, shuningdek DSP algoritmlari yordamida raqamli tahlil signal sifatini oshirish va uzatishdagi xatolarni kamaytirishga yordam beradi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, to'g'ri metodlarni tanlash signallarni yuqori aniqlikda tahlil qilish, tizim samaradorligini oshirish va shovqini kamaytirish imkonini beradi. Raqamli signalni qayta ishlash texnologiyalarining qo'llanilishi telekommunikatsiya, radar, audio va video tizimlarida yuqori aniqlik va barqaror xizmat ko'rsatishni ta'minlaydi. Shu bilan birga, zamonaviy vaqt-chastota metodlari va filtr texnologiyalari signallarni kompleks tahlil qilish va tizimlarni optimallashtirish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

- 1) Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. **Computer Networks** – Prentice Hall, 2013.
- 2) Kurose, J., & Ross, K. **Computer Networking: A Top-Down Approach** – Pearson, 2017.
- 3) Forouzan, B. **Data Communications and Networking** – McGraw-Hill, 2012.
- 4) Oppenheim, A. V., & Schafer, R. W. **Discrete-Time Signal Processing** – Pearson, 2010.
- 5) Proakis, J. G., & Manolakis, D. G. **Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications** – Prentice Hall, 2007.
- 6) Mitra, S. K. **Digital Signal Processing: A Computer-Based Approach** – McGraw-Hill, 2011.
- 7) Vaidyanathan, P. P. **Multirate Systems and Filter Banks** – Pearson, 1993.
- 8) Smith, S. W. **The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing** – California Technical Publishing, 1997.