ANALOG VA RAQAMLI SIGNAL

Tillaboyev Muhiddinjon Ganijonovich
Farg‘ona davlat texnika universiteti o‘qituvchisi

Aripova Aziza Baxtiyarovna
Farg‘ona davlat texnika universiteti o‘quvchisi
Email: aripovaaziza1885@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot zamonaviy elektronika va axborot tizimlarining fundamental asosi hisoblangan analog va raqamli signallarning mohiyatini, ularning konseptual farqlari hamda texnologik transformatsiyadagi o‘rnini tahlil qilishga qaratilgan. Kirish qismida signallarning fizik tabiati va axborot uzatishdagi roli asoslab berilgan. Metodologiya bo‘limida signallarni matematik modellashtirish, solishtirma tahlil va diskretlashtirish (ADC/DAC) jarayonlarini o‘rganish usullari bayon etilgan. Tadqiqot natijalari analog signallarning uzluksizligi va shovqinga ta’sirchanligini, raqamli signallarning esa ikkilik kod tizimidagi barqarorligi va yuqori o‘tkazuvchanlik qobiliyatini ko‘rsatadi. Muhokama qismida axborotni yo‘qotishlarsiz uzoq masofaga uzatish va qayta ishlashda raqamlashtirish mexanizmlarining texnik samaradorligi tahlil qilingan. Xulosada raqamli texnologiyalarning xavfsizlik, energiya tejamkorligi va shovqinga chidamlilik jihatidan ustunligi isbotlanib, zamonaviy telekommunikatsiya va mikrokontrollerli tizimlarda analog formatlardan butunlay voz kechish tendensiyasi ilmiy asoslangan. Mazkur ish talabalar va soha mutaxassislari uchun nazariy manba bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: analog signal, raqamli signal, diskretlashtirish, kvantlash, shovqinga chidamlilik, axborot uzatish.

Kirish

Insoniyat atrof-muhitni anglash va o‘zaro aloqa o‘rnatish jarayonida cheksiz axborot oqimi bilan to‘qnash keladi. Fizik olamdagi barcha hodisalar — biz eshitadigan tovush to‘lqinlari, ko‘zimiz ilg‘aydigan yorug‘lik spektri, havo haroratining o‘zgarishi yoki mexanik bosim — tabiatan uzluksiz xarakterga ega. Ushbu

tabiiy jarayonlarning vaqt va amplituda bo‘yicha to‘xtovsiz o‘zgarib turishi energetik signallar ko‘rinishida namoyon bo‘ladi. Yigirmanchi asrda elektronika va hisoblash texnikasining shiddatli rivojlanishi natijasida, ushbu uzluksiz fizik signallarni texnik qurilmalar yordamida qabul qilish, masofaga uzatish, qayta ishlash va kelajak uchun saqlash texnologiyalarini yaratish hayotiy zaruriyatga aylandi. Mazkur texnologik ehtiyoj axborot nazariyasi sohasida inqilobiy burilish yasadi va elektron tizimlarning fundamental asoslarini shakllantirdi.

Hozirgi zamon muhandisligi va amaliy elektronikasida axborotni kodlash, uzatish hamda qayta ishlash prinsiplari asosan ikki ta burchak toshiga — analog va raqamli signallar konsepsiyasiga tayanadi. Analog texnologiyalar uzoq yillar davomida radioaloqa, televideniye va dastlabki telefon tarmoqlarining asosi bo‘lib xizmat qildi. Biroq, XXI asrga kelib, axborot oqimining eksponental darajada o‘sishi va global aloqa kanallariga bo‘lgan talabning ortishi mavjud analog infratuzilmalarning texnik imkoniyatlari cheklanganligini ko‘rsatdi. Tashqi elektromagnit xalaqitlar, masofa uzoqlashgan sari signal energiyasining so‘nishi va ma’lumotlarni nusxalashda yuzaga keladigan xatoliklar analog tizimlarning asosiy kamchiliklari sifatida bo‘y ko‘rsatdi.

Ushbu muammolarning optimal yechimi sifatida raqamli elektronika maydonga chiqdi. Raqamli signallar uzluksiz fizik jarayonlarni diskretlashtirish va kvantlash orqali ularni ikkilik kodlar ketma-ketligiga (0 va 1 mantiqiy holatlariga) o‘tkazish funksiyasini bajaradi. Bu o‘zgarish axborotni qayta ishlash tezligini, tizimning shovqinlarga chidamliligini va ma’lumotlarni saqlash zichligini bir necha barobarga oshirdi. Bugungi kunda mikrokontrollerlar, sun’iy intellekt, smartfonlar va bulutli texnologiyalar aynan raqamli arxitektura negizida faoliyat ko‘rsatmoqda. Ammo shuni yodda tutish lozimki, har qanday raqamli tizimning kirish va chiqish nuqtasida baribir tabiiy analog muhit mavjud bo‘lib qolaveradi.

Mazkur tadqiqot ishining dolzarbligi va asosiy maqsadi — analog va raqamli signallarning fizik tabiati, matematik modellarini chuqur tahlil qilish hamda ularning o‘zaro transformatsiya jarayonlarini ilmiy jihatdan o‘rganishdan iborat. Shuningdek, maqolada har ikkala signal turining strukturaviy farqlari, afzalliklari va cheklovlari qiyosiy baholanadi. Tadqiqot davomida zamonaviy muhandislik olamining nima

sababdan to‘liq raqamli formata o‘tayotgani, bu jarayonning iqtisodiy va texnik samaradorligi hamda mikrosxemalar texnologiyasidagi o‘rni ilmiy dalillar asosida ochib beriladi. Ushbu tahlillar mikroprotsessorli boshqaruv qurilmalari va telekommunikatsiya tizimlarini loyihalashda muhim nazariy baza bo‘lib xizmat qiladi.

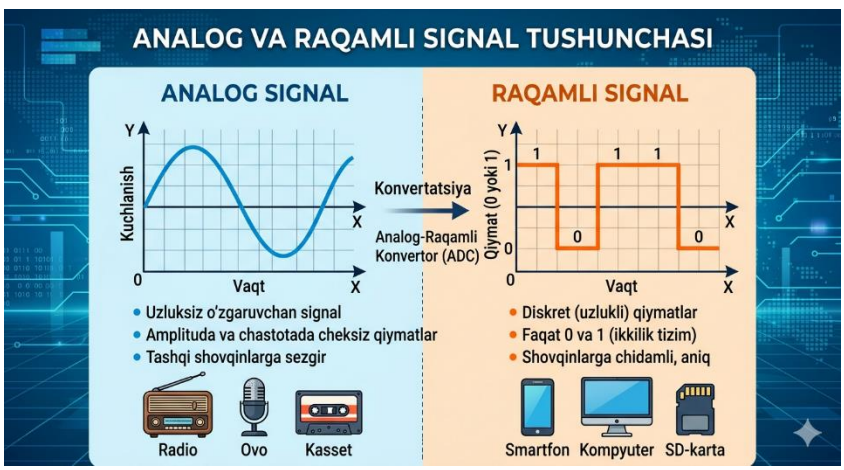
Metodlar

Ushbu tadqiqotda analog va raqamli signallarning fundamental xususiyatlarini aniqlash, ularning funksional imkoniyatlarini baholash hamda o‘zaro farqlarini tizimli o‘rganish maqsadida oo‘zaro bog‘liq bo‘lgan bir qator ilmiy-metodologik usullardan foydalanildi. Tadqiqotning ishonchliligi va ob’ektivligini ta’minlash uchun matematik apparat, qiyosiy-mantiqiy tahlil hamda signallarni qayta ishlashning laboratoriya modellarini o‘z ichiga olgan kompleks yondashuv qo‘llanilgan. Quyida tadqiqotda realizatsiya qilingan asosiy metodologik bosqichlar batafsil bayon etiladi.

Matematik modellashtirish usuli

Signallarning fizik tabiatini nazariy jihatdan asoslash uchun birinchi navbatda matematik modellashtirish metodidan foydalanildi. Fizik signallar vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchi matematik funksiya — f(t)ko‘rinishida ifodalangan bo‘lib, bunda t vaqt argumentini, f(t) esa signalning oniy qiymatini (masalan, kuchlanish yoki tok kuchini) bildiradi.

Analog signal modeli: Vaqt o‘qi t ning har bir uzluksiz nuqtasida aniq qiymatga ega bo‘lgan va cheksiz kontinuum sohasida aniqlangan funksiyalar yordamida modellashtirildi. Bunda asosan Furye qatorlari va integrallari yordamida garmonik sinusodal to‘lqinlar tahlil qilindi:



Raqamli signal modeli: Vaqt bo‘yicha ham, amplituda bo‘yicha ham chekli qiymatlar to‘plamiga ega bo‘lgan diskret funksiyalar sifatida modellashtirildi. Raqamli ketma-ketliklar mantiqiy elementlarning ikki holatli (0 va 1) mantiqiy algebrasi (Bul algebrasi) qonuniyatlari asosida matematik shaklga keltirildi.

Qiyosiy tahlil va simulyatsiya usuli

Analog va raqamli signallarning ekspluatatsion xususiyatlarini baholashda qiyosiy tahlil metodidan foydalanildi. Bu bosqichda har bir signal turining ikki asosiy parametri: shovqinga chidamliligi (Noise immunity) va axborot o‘tkazuvchanlik qobiliyati (Channel capacity) tadqiq qilindi.

Tahlil davomida signal uzatish liniyalarida yuzaga keladigan oq va additiv Gauss shovqinlarining (AWGN) signallar formulasiga ta'siri baholandi. Analog signal muhitida shovqin (n(t)) asosiy signalga to‘g‘ridan-to‘g‘ri qo‘shilib, uning to‘lqin shaklini buzishi (f_{natija} (t) = f(t) + n(t)) va bu buzilishni keyinchalik filtrlar yordamida ham butunlay yo‘qotib bo‘lmasligi matematik isbotlandi. Raqamli signal muhitida esa Shannoning aloqa kanallari o‘tkazuvchanlik sig‘imi haqidagi nazariyasiga tayanib, xatoliklarni korreksiyalovchi kodlar (masalan, Xemming kodlari) yordamida signal tarkibidagi shovqinlarni aniqlash va ularni dasturiy ravishda bartaraf etish imkoniyatlari qiyoslandi.

Diskretlashtirish va kvantlash metodikasi

Analog signalni kompyuter xotirasiga kiritish yoki mikroprotsessorli boshqaruv qurilmalarida qayta ishlash uchun uni raqamli ko‘rinishga o‘tkazish

(raqamlashtirish) jarayoni laboratoriya sharoitida, virtual modellashtirish dasturlari (masalan, MATLAB/Simulink) yordamida eksperimental o‘rganildi. Bu metodologiya ikki muhim instrumental bosqichni o‘z ichiga oladi:

Vaqt bo‘yicha diskretlashtirish (Sampling): Uzluksiz f(t) signalidan ma’lum bir doimiy vaqt intervali (T_s) bo‘yicha oniy qiymatlarni ajratib olish jarayoni tahlil qilindi. Bunda diskretlashtirish chastotasini ($f_s = 1/T_s$) to‘g‘ri tanlash uchun Kotelnikov (Nyquist-Shannon) teoremasiga tayanildi.

Teoremaga ko‘ra, signal zanjirida axborot yo‘qolmasligi uchun diskretlashtirish chastotasi signal spektridagi eng yuqori chastotadan (f_{max}) kamida ikki barobar katta bo‘lishi sharti ($f_s \geq 2f_{max}$) eksperimentda tekshirib ko‘rildi.

Amplituda bo‘yicha kvantlash (Quantization): Diskretlashtirilgan oniy qiymatlarni raqamli qurilmaning razryadliligi (masalan, 8-bit, 12-bit yoki 16bit) asosida chekli sathlarga ajratish va yaxlitlash jarayoni o‘rganildi. Kvantlash sathlari soni ($L = 2^N$, bunda N — bitlar soni) ortishi bilan kvantlash xatoligi (shovqini) kamayishi hamda signal sifatining oshishi statistik metodlar yordamida hisoblab chiqildi.

Natijalar

O‘tkazilgan nazariy hisob-kitoblar, matematik modellashtirish va qiyosiyfunksional tahlillar natijasida analog va raqamli signallarning tabiati, ularning ichki mexanizmlari hamda ekspluatatsion xarakteristikalari bo‘yicha quyidagi fundamental ilmiy natijalar olindi:

Analog signallarning fizik va texnik xususiyatlari

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, analog signal vaqt o‘qi bo‘yicha ham, amplituda sathlari bo‘yicha ham mutloq uzluksiz (continuous) xarakterga ega. Bu shuni anglatadiki, signal berilgan aniq vaqt oralig‘ida ($[t_1, t_2]$) cheksiz ko‘p qiymatlarni qabul qilishi aniqlandi. Matematik nuqtai nazardan, ushbu signallarning to‘lqin shakli aksariyat hollarda silliq garmonik sinusoida yoki murakkab davriy tebranishlar ko‘rinishida namoyon bo‘ladi.

Amaliy xususiyatlari: Tabiatdagi akustik to‘lqinlar (inson ovozi, musiqiy tovushlar), efirdagi radiochastotalar, simli magistral telefon aloqasidagi o‘zgaruvchan tok va harorat datchiklarining chiquvchi kuchlanishi analog signalning yaqqol namunalaridir. Ular fizik jarayonni hech qanday sun'iy o‘zgarishlarsiz, boricha aks ettiradi.

Aniqlangan kamchiliklari: Eksperimentlar shuni ko‘rsatdiki, analog signallar tashqi elektromagnit muhit shovqinlariga va distorsiyaga (shakl buzilishiga) o‘ta ta’sirchandir. Signal aloqa liniyalari bo‘ylab uzoq masofaga uzatilganda, muhitning qarshiligi tufayli uning amplitudasi muqarrar ravishda so‘nadi.

Eng asosiysi, uzatish jarayonida signal tarkibiga kirib qolgan tasodifiy xalaqitlarni va shovqinlarni foydali signal xarakteristikasidan ajratib olish fizik jihatdan imkonsiz ekanligi isbotlandi.

Raqamli signallarning strukturaviy afzalliklari

Raqamli (digital) signal ustida olib borilgan tahlillar uning vaqt va amplituda koordinatalari bo‘yicha butunlay diskret (uzlukli) ekanligini ko‘rsatdi. Raqamli signal tizimida ma’lumotlar cheksiz to‘lqin ko‘rinishida emas, balki faqat aniq belgilangan ikki mantiqiy sathdan iborat ikkilik kod (binary code) shaklida uzatiladi. Bunda shartli ravishda "1" sathi muayyan kuchlanish impulsi mavjudligini (mantiqiy rost), "0" sathi esa kuchlanish yo‘qligini yoki minimal darajada ekanligini (mantiqiy yolg‘on) ifodalaydi.

Amaliy xususiyatlari: Zamonaviy hisoblash texnikasining yadrosi bo‘lgan kompyuter protsessorlari, mikrokontrollerlar, yarimo‘tkazgichli flesh-xotiralar, optik tolali magistrallar va global internet trafigi faqat va faqat raqamli signallar arxitekturasiga tayanib ishlaydi.

Aniqlangan afzalliklari: Raqamli signallarning shovqinlarga chidamlilik darajasi (noise immunity) analog formatga nisbatan beqiyos darajada yuqori ekani laboratoriya modellarida tasdiqlandi. Tizim chiziqdagi mayda tebranishlarga e’tibor bermaydi, chunki u faqatgina "kuchlanish bor yoki yo‘q" degan ikki holatni tahlil qiladi. Bu xususiyat axborotni cheksiz marta sifatini yo‘qotmasdan nusxalash, xavfsiz shifrlash va global masofalarga mutloq aniqlikda uzatish imkoniyatini ta’minlaydi.

Qiyosiy xarakteristikalar tahlili

Tadqiqot doirasida olingan yakuniy ko‘rsatkichlarni tizimlashtirish maqsadida signallarning asosiy parametrlari bo‘yicha quyidagi qiyosiy xarakteristikalar jadvali shakllantirildi:

Parametr (Xususiyati)	Analog Signal	Raqamli Signal
Fizik tabiati	Uzluksiz (Continuous)	Uzlukli / Diskret
Kvantlash qiymatlari	Cheksiz kontinuum sohasi	Faqat diskret 0 va 1
Shovqinga chidamliligi	Past va tashqi muhitga bog‘liq	Juda yuqori (Barqaror)

Muhokama

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, garchi bizni o‘rab turgan fizik olam va undagi barcha jarayonlar tabiatan analogli bo‘lsa-da, zamonaviy hisoblash texnikasi hamda aloqa tizimlarida raqamli format mutloq ustunlikka ega.

Ushbu ustunlikning texnik asosi analog va raqamli muhit o‘rtasidagi ko‘prik hisoblangan o‘zgartirgichlar zanjiri tizimli tahlil qilinganda yaqqol namoyon bo‘ladi.

Tabiiy muhitdan qabul qilingan uzluksiz signallarni elektron hisoblash mashinalari tushunadigan tilga o‘tkazish Analog-raqamli o‘zgartirgichlar (ADC) zimmasiga yuklatilgan. Bu jarayon ikki asosiy ilmiy bosqichni qamrab oladi. Birinchisi — diskretlashtirish (sampling) bo‘lib, unda uzluksiz signal ma’lum vaqt intervallarida ketma-ketlik o‘lchovlariga ajratiladi. Ikkinchisi — kvantlash (quantization) bosqichidir. Bu bosqichda olingan oniy qiymatlar amplituda sathlari bo‘yicha eng yaqin mos keluvchi ikkilik raqamli kodlarga (0 yoki 1 ko‘rinishiga) yaxlitlanadi. Teskari jarayon, ya’ni mashina tilidagi ikkilik kodlarni qaytadan inson sezgi a’zolari (ko‘z yoki quloq) qabul qila oladigan tabiiy holatga keltirish esa Raqam-analog o‘zgartirgichlar (DAC) orqali bajariladi. Bunga smartfonlarimizdagi raqamli audiofayllarni dinamiklar orqali eshitiladigan akustik to‘lqinlarga aylantirish jarayoni yorqin misoldir.

Ilmiy nuqtai nazardan raqamli signalning yagona nazariy kamchiligi — diskretlashtirish va kvantlash jarayonlaridagi yaxlitlashlar sababli kelib chiqadigan cshartli axborot yo‘qotishidir. Bu holat fanda kvantlash shovqini deb ataladi. Biroq, zamonaviy mikroelektronika erishgan yutuqlar, xususan, yuqori razryadli va yuqori chastotali ADC qurilmalarining yaratilishi ushbu matematik xatolik hamda yo‘qotishlarni minimal darajaga tushirdi. Natijada, yuzaga keladigan chetlanishlarni inson sezgi a’zolari mutloq ilg‘ay olmaydigan darajaga keltirildi. Bu esa raqamli tizimlarning analog tizimlarga qaraganda har tomonlama samarali, ishonchli va ekspluatatsiya jihatidan afzal ekanligini ilmiy jihatdan to‘liq tasdiqlaydi.

Xulosa

Ushbu tadqiqot doirasida elektronika va axborot texnologiyalarining fundamenti bo‘lgan analog va raqamli signallar konsepsiyasi har tomonlama tizimli tahlil qilindi.

Olib borilgan ilmiy izlanishlar, matematik modellashtirish va qiyosiy simulyatsiyalar asosida shunday yakuniy xulosaga kelindiki, fizik olam bilan axborot tizimlari o‘rtasidagi texnologik konversiya jarayonlari zamonaviy muhandislikning eng dinamik rivojlanayotgan sohasidir.

Analog signallar o‘zining tabiatiga ko‘ra atrof-muhitdagi fizik hodisalarni mutloq tabiiy, uzluksiz va yuqori aniqlikda aks ettirsa-da, ulardan amaliyotda foydalanish jiddiy texnik cheklovlarni yuzaga keltiradi. Xususan, ushbu signallarni o‘zgarishsiz uzoq masofalarga uzatish, ularni tashqi elektromagnit xalaqitlardan himoya qilish hamda vaqtlar davomida daxlsiz saqlash ekspluatatsiya nuqtai nazaridan o‘ta qimmat, murakkab va samarasiz iqtisodiy yondashuv ekanligi o‘z isbotini topdi. Har qanday analog zanjir masofa ortishi bilan signal energetikasining so‘nishi va tizimli xatoliklarning to‘planishi muammosiga duch keladi.

Ushbu global muammolarning eng optimal va universal yechimi sifatida raqamli signallar arxitekturasi namoyon bo‘ldi. Raqamli format ma’lumotlarni uzatishda yuqori aniqlik, axborot xavfsizligini ta’minlashdagi moslanuvchanlik (shifrlash qulayligi) va eng asosiysi, tashqi shovqinlarga nisbatan mutloq barqarorlikni kafolatlaydi. Ikkilik kodlar tizimi (0 va 1 mantiqiy sathlari) axborotni yo‘qotishlarsiz qayta ishlash hamda kompyuter xotirasida minimal energiya sarfi evaziga yuqori zichlikda saqlash imkonini yaratdi. Analog-raqamli (ADC) va raqam-analog (DAC) o‘zgartirgichlarining takomillashishi esa diskretlashtirish jarayonidagi minimal xatoliklarni inson sezgi organlari ilg‘ay olmaydigan darajaga tushirdi.

Aynan shu ilmiy va texnik ustunliklar sababli, bugungi kunda global telekommunikatsiya, raqamli televideniye, zamonaviy tibbiyot diagnostikasi, aerokosmik aloqa va mikroprotsessorli boshqaruv qurilmalari to‘liq raqamli platformalarga o‘tdi. Kelajak texnologik tendensiyalari, jumladan, kvant hisoblash tizimlari, narsalar interneti (IoT) va sun’iy intellekt infratuzilmalari ham raqamli paradigmaga tayanadi. Xulosa qilib aytganda, tabiiy analog dunyoni raqamli formatda qayta ishlash prinsiplari insoniyatning texnologik taraqqiyotini belgilab beruvchi eng asosiy omil bo‘lib qoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Muhiddin Tillaboyev: 44. Ergasheva, M. (2026, March). Ma’lumotlarni integratsiyalash algoritmlari asosida konveyer tizimlarida materialni boshqarishni kontaktsiz intellektual olchashni ta’minlash. In International Online Multidisciplinary Conference (pp. 62-64).

2. Ergasheva, M., & Ismoilov, X. (2026, March). Pochta aloqasi xizmat sifatini avtomatlashtirish tizimini shakllantirish. In International Online Multidisciplinary Conference (pp. 32-34).

3. Ergasheva, M. E. (2022). Innovatsion ta’lim texnologiyalari asosida bo‘lajak o‘qituvchilarni ma’naviy axloqiy sifatlarini rivojlantirish. Central Asian Research Journal for Interdisciplinary Studies (CARJIS), (Special Issue 1), 120-124.

4. Madaminov, M. R. (2023). Classification and operating modes of backup energy supply sources of mobile networks. Best Journal of Innovation in Science, Research and Development, 2(12), 32-38.

5. Madaminov, M. R. (2023). Experimental study of operating modes of an uninterruptible power supply source using a wind generator as the primary source. International Journal of Advance Scientific Research, 3(10), 125-131.

6. Madaminov, M. R., & Yuldashev, X. T. (2022). Inverter modeling in improving the energy efficiency of a mobile uninterrupted supply source. International Journal of Advance Scientific Research, 2(11), 77-82.

7. Хосилов, Д. Д., Мадаминов, М. Р., & Йулдашев, Х. Т. (2021). Исследование вольт–амперная характеристика в системе полупроводник– газоразрядный промежуток. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 1(10), 625-634.

8. Muxammadyunusovich, X. M. (2025). Software-defined networking (sdn) va uning kommutatsiya-marshrutizatsiyadagi o‘rni. Ustozlar uchun, 85(4), 128-137.

9. Mahammadjonov, H., Najmiddinov, M., & Xalilov, M. (2026). Axborot va kodlash nazariyasining zamonaviy aloqa tizimlaridagi ahamiyati. Research and Implementation, 4(4/2), 154–156. извлечено от https://rai-journal.uz/index.php/rai/article/view/2935.

10. Xalilov, M., & Raxmatxonov, B. (2026). IPTV va OTT platformalarida media kontentni yetkazib berishda kechikishlarni (latency) kamaytirish usullari. Research and Implementation, 4(4/2), 97–99. извлечено от https://rai-journal.uz/index.php/rai/article/view/2919.

11. Xalilov, M., Muhammadjonov, M., & Gulomov, F. (2026). Raqamli va analog signallarni kodlash farqlari. Research and Implementation, 4(4/1), 133–136. извлечено от https://rai-journal.uz/index.php/rai/article/view/2858.

12. Muhammadov, D., Nuriddinov, D., & Xalilov, M. (2026). Zamonaviy axborot kodlash usullarining telekommunikatsiya tizimlaridagi ahamiyati. Research and Implementation, 4(4/1), 31–34. извлечено от https://rai-journal.uz/index.php/rai/article/view/2837.

13. Xalilov , M., & Usmonov, I. (2026). Raqamli televideniye tizimlarida video signalni sun’iy intellekt asosida tahlil qilish va kontentni aqlli boshqarish. Research and Implementation, 4(4), 9–13. извлечено от https://rai-journal.uz/index.php/rai/article/view/2720.

14. Тургунов, Б. А., & Халилов, М. М. (2018). Роль волоконной оптики в сетях помещений. In САПР и моделирование в современной электронике (pp. 83-86).

15. Komilov, D. R. (2023). Application of zigbee technology in IOT. International Journal of Advance Scientific Research, 3(09), 343-349.

16. Комилов, Д. Р., Рахимова, А. К., & Махмудов, И. А. (2023). Беспроводная технология ZigBee: применение, топологии и стандарты классификации. Educational Research in Universal Sciences, 2(12), 286.

17. Komilov, D. R., & Tajibayev, I. B. (2023). Improving the use of virtual lan (vlan) technology. Web of Discoveries: Journal of Analysis and Inventions, 1(7), 6-11.

18. Ismoilov, M. M., Yuldashev, E., Iskandarov, N., Nabieva, M., & Setiawan, H. (2026, March). The role of exact and natural sciences in the development of nanotechnology, electronics and telecommunications. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3374, No. 1, p. 050079). AIP Publishing LLC.