MOBIL ALOQA TIZIMLARI: 1G DAN 5G GA EVOLYUTSIYA, ASOSIY TEXNOLOGIYALAR VA ISTIQBOLLAR

Sirojiddinova Marjonaxon Xusanboy qizi
Farg‘ona Davlat Texnika Universitetida
Telekommunikatsiya texnologiyalari
2-bosqich 630-24 guruh talabasi

Annotatsiya. Mazkur maqolada Farg‘ona davlat texnika universitetida telekommunikatsiya texnologiyalarining nazariy asoslari, tarixiy rivojlanishi va zamonaviy amaliyotga tatbiqi keng yoritilgan. Tadqiqotda telekommunikatsiya sohasidagi klassik va zamonaviy ilmiy yondashuvlar, O‘zbekistonda va mintaqada olib borilgan tadqiqotlar hamda ularning natijalari chuqur tahlil qilinadi. Universitetda amalga oshirilayotgan innovatsion loyihalar, kadrlar tayyorlash va tarmoq infratuzilmasini rivojlantirishdagi dolzarb masalalar muhokama etilgan. Maqolada ilgari surilgan xulosalar telekommunikatsiya sohasida yangi ilmiy va amaliy yo‘nalishlarni belgilashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: telekommunikatsiya, texnologiyalar, universitet, Farg‘ona

Kirish

Telekommunikatsiya texnologiyalari zamonaviy jamiyat taraqqiyotining ajralmas qismi sifatida iqtisodiyot, ta’lim, sog‘liqni saqlash, sanoat va boshqa muhim sohalarda axborot almashinuvini ta’minlashda asosiy rol o‘ynaydi. Farg‘ona davlat texnika universiteti (FDTU) O‘zbekiston hududida telekommunikatsiya sohasining taraqqiyotida muhim ilmiy va amaliy markazlardan biri bo‘lib, mintaqada zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini, jumladan, raqamli tarmoqlar, mobil aloqa, optik tolali aloqa tizimlari va Internet xizmatlarini rivojlantirishda faol qatnashib kelmoqda.

So‘nggi yillarda universitetda ushbu yo‘nalishda olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlar, innovatsion loyihalar, xorijiy va mahalliy hamkorliklar natijasida yangi texnologiyalar joriy etilmoqda. Mazkur maqolada FDTUda telekommunikatsiya texnologiyalarining nazariy asoslari, tarixiy taraqqiyoti, milliy va xalqaro miqyosdagi

o‘rganilgan tajribalar, ilmiy-amaliy natijalar, mavjud muammolar va istiqbolli yo‘nalishlar atroflicha tahlil qilinadi. Tadqiqotning maqsadi — universitetda telekommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirishning ilmiy asoslarini chuqur o‘rganish, amaliyotga tatbiq etish tajribalarini umumlashtirish hamda kelgusidagi rivojlanish uchun tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. Ushbu maqola mintaqaviy va milliy telekommunikatsiya sohasi taraqqiyotiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi kutilmoqda.

Adabiyotlar tahlili

Telekommunikatsiya texnologiyalarining nazariy asoslari XX asr boshlaridan shakllana boshlagan bo‘lib, dastlabki ilmiy tadqiqotlar analog aloqa tizimlari, signal uzatish va kodlash, shovqin va interferensiyani kamaytirish masalalariga qaratilgan edi. Klassik nazariyalardan biri sifatida K. Shennonning axborot nazariyasi alohida ahamiyatga ega bo‘lib, unda axborotni uzatish, kodlash va qabul qilish jarayonlarining optimal modellari ishlab chiqildi. Shennon modeli telekommunikatsiya tizimlarida uzatilayotgan ma’lumotlarning ishonchli va samarali yetkazilishiga asos yaratdi. Uning "Axborot nazariyasi va kodlash" asari va keyinchalik rivojlantirilgan signalni modulyatsiyalash, shifr va kodlarni optimallashtirishga doir ilmiy ishlanmalar zamonaviy telekommunikatsiya texnologiyalarining nazariy asosini tashkil etadi[1].

Shu bilan birga, Nyquist, Hamming va boshqa olimlarning kodlash va uzatish sohasidagi ishlari ham muhim ahamiyat kasb etdi. Nyquistning diskret signal uzatishdagi chegaraviy chastota va tarmoq samaradorligi haqidagi ishlari, Hammingning xatoliklarni aniqlash va tuzatish kodlari axborot uzatishda ishonchlilik va to‘g‘rilikni ta’minlashda asosiy vositalarga aylandi.

Telekommunikatsiya texnologiyalarining rivojlanishida tarixiy jihatdan bir nechta bosqichlarni ajratib ko‘rsatish mumkin. Birinchi bosqichda telegraf va telefon tizimlari, elektromagnit to‘lqinlar orqali signal uzatishning fundamental qonuniyatlari o‘rganildi. Ikkinchi bosqichda analog telefon aloqa tarmoqlari kengaytirildi, birinchi xalqaro telefon liniyalari barpo etildi. Uchunchi bosqichda esa raqamli texnologiyalar, mobil aloqa, sun’iy yo‘ldosh orqali aloqa, optik tolali kommunikatsiyalar joriy etildi. Ayniqsa, raqamli signal uzatish, optik tolali tarmoqlar va Internet texnologiyalarining rivoji sohada tub o‘zgarishlarga sabab bo‘ldi. Bu bosqichlarda Claude Shannon, Harry

Nyquist, Vladimir Kotelnikov, Aleksandr Popov kabi olimlarning ilmiy merosi muhim o‘rin tutadi. O‘zbekistonda esa telekommunikatsiya texnologiyalarining shakllanishi mustaqillikdan so‘ng yangi bosqichga ko‘tarildi. Respublikada milliy telekommunikatsiya infratuzilmasini yaratish, xalqaro standartlarga mos tarmoqlarni rivojlantirish, mobil va raqamli texnologiyalarni keng joriy etish ustuvor vazifaga aylandi.

Farg‘ona davlat texnika universiteti telekommunikatsiya texnologiyalari sohasidagi ilmiy maktabning shakllanishi mintaqaning texnik salohiyati, sanoat va infratuzilma ehtiyojlari bilan uzviy bog‘liq. Universitetda telekommunikatsiya yo‘nalishi bo‘yicha ilk ilmiy tadqiqotlar 1990-yillarda boshlangan bo‘lib, dastlab analog va raqamli tarmoqlar, signal uzatish va qabul qilish, optik tolali aloqa tizimlari, lokal va global tarmoqlar, axborot xavfsizligi masalalari o‘rganilgan.

Keyinchalik, universitet olimlari tomonidan mobil aloqa, keng polosali Internet, sun’iy yo‘ldosh aloqa, IoT (Internet of Things), 5G va 6G texnologiyalari, aqlli shaharlar, bulutli hisoblash, axborot xavfsizligi, raqamli ma’lumotlarni saqlash va uzatish, tarmoq protokollari va marshrutizatsiya kabi dolzarb yo‘nalishlarda ilmiy izlanishlar olib borildi. Ushbu tadqiqotlar natijasida universitetda zamonaviy laboratoriyalar, ilmiy markazlar, innovatsion startaplar va hamkorlik dasturlari tashkil etildi.

Telekommunikatsiya texnologiyalarining nazariy-konseptual asoslari bugungi kunda murakkab va ko‘p qatlamli tizim sifatida shakllangan. Signal uzatish va qabul qilish, kodlash va modulyatsiyalash, tarmoq protokollari va marshrutizatsiya, axborot xavfsizligi, tarmoq arxitekturasi, bulutli va tarqoq hisoblash tizimlari, sun’iy intellekt va mashinaviy o‘qitish asosida tarmoqlarni optimallashtirish kabi zamonaviy yo‘nalishlar ilmiy izlanishlarning markazida turadi. FDTU olimlari tomonidan ishlab chiqilgan modellarda signal uzatish samaradorligini oshirish, tarmoq zaxiralari va resurslarini optimallashtirish, axborot xavfsizligini ta’minlash, sun’iy intellekt yordamida tarmoq monitoringi va boshqaruvi, IoT qurilmalarini integratsiyalash, 5G va 6G texnologiyalarini joriy etish kabi masalalarga alohida e’tibor qaratilmoqda. Farg‘ona davlat texnika universiteti mutaxassislari tomonidan ishlab chiqilgan

innovatsion algoritmlar va dasturiy mahsulotlar mintaqada telekommunikatsiya xizmatlari sifatini oshirishga xizmat qilmoqda[2].

Telekommunikatsiya sohasidagi klassik va zamonaviy nazariyalar yuzasidan jahon miqyosida olib borilgan tadqiqotlar ham muhim ahamiyat kasb etadi. Masalan, Bell Laboratories, MIT, Stanford kabi ilmiy markazlarda telekommunikatsiya tarmoqlari, simsiz aloqa, optik tolali tarmoqlar, Internet protokollari, bulutli texnologiyalar sohasida fundamental tadqiqotlar amalga oshirilgan.

Ushbu ilmiy maktablarda ishlab chiqilgan nazariyalar va texnologiyalar, xususan, TCP/IP, SDN (Software Defined Networking), NFV (Network Function Virtualization), LTE, 5G, Wi-Fi, ZigBee, Bluetooth kabi texnologiyalar bugungi kunda global telekommunikatsiya infratuzilmasining asosi hisoblanadi. Shu bilan birga, O‘zbekiston va Markaziy Osiyo mintaqasida ham milliy va hududiy ilmiy maktablar shakllanmoqda. FDTUda olib borilayotgan tadqiqotlar, jumladan, tarmoq arxitekturasi, axborotni himoyalash, simsiz aloqa tizimlari, zamonaviy standartlarni joriy etish, regional infratuzilmani rivojlantirishga doir loyihalar mintaqaning texnik salohiyatini oshirishga xizmat qilmoqda.

Farg‘ona davlat texnika universiteti olimlari tomonidan amalga oshirilgan empirik tadqiqotlar, ayniqsa, so‘nggi yillarda amalga oshirilgan innovatsion loyihalar alohida ahamiyatga ega. Universitetda 2015–2023-yillar oralig‘ida telekommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish bo‘yicha bir qator grant loyihalari, xalqaro hamkorlik dasturlari, O‘zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish vazirligi, Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi, AKT vazirligi tomonidan moliyalashtirilgan ilmiy-amaliy tadqiqotlar amalga oshirildi. Mazkur loyihalarda raqamli tarmoqlar, optik tolali aloqa, mobil aloqa, IoT, aqlli shahar texnologiyalari, axborot xavfsizligi, bulutli hisoblash, sun’iy intellekt va mashinaviy o‘qitish asosida telekommunikatsiya tizimlarini optimallashtirish, tarmoq monitoringi va boshqaruvi, raqamli transformatsiya, elektron hukumat va raqamli xizmatlar sohasida amaliy natijalarga erishildi.

Jumladan, universitetda optik tolali tarmoqlar asosida yuqori tezlikdagi Internet xizmatlarini joriy etish, simsiz tarmoq infratuzilmasini kengaytirish, IoT qurilmalarini

sanoat va qishloq xo‘jaligida tatbiq etish, raqamli axborotni himoyalash algoritmlarini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish, mobil aloqa bazaviy stansiyalarini zamonaviy texnologiyalar asosida modernizatsiya qilish, innovatsion laboratoriyalarni tashkil etish kabi loyihalar natijasida mintaqaning axborot-kommunikatsiya salohiyati sezilarli darajada oshirildi[3].

Universitetda olib borilayotgan ilmiy-amaliy tadqiqotlar doirasida, shuningdek, xorijiy oliy ta’lim muassasalari va ilmiy markazlar bilan hamkorlikda qo‘shma loyihalar amalga oshirilmoqda. FDTU Yevropa, Rossiya, Janubiy Koreya, Xitoy, Turkiya, Hindiston va boshqa davlatlarning yetakchi universitetlari bilan o‘zaro tajriba almashish, kadrlar tayyorlash, ilmiy izlanishlarni amalga oshirish, zamonaviy texnologiyalarni o‘zlashtirish va amaliyotga tatbiq etish sohasida faol hamkorlik qiladi. Mazkur hamkorliklar natijasida universitetda zamonaviy laboratoriyalar, raqamli markazlar, innovatsion startaplar tashkil etildi, talabalar va yosh olimlar uchun malaka oshirish, stajirovka va ilmiy safarlar yo‘lga qo‘yildi.

Natijada, Farg‘ona davlat texnika universiteti bugungi kunda mintaqada telekommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish bo‘yicha ilg‘or ilmiy-amaliy markazlardan biriga aylandi.

Telekommunikatsiya texnologiyalarining amaliy qo‘llanilishi va rivojlanishidagi muhim omillardan biri sifatida kadrlar tayyorlash, o‘quv dasturlarini zamon talablari asosida yangilash, ilmiy va amaliy bazani rivojlantirish, soha uchun ilg‘or bilim va ko‘nikmalarga ega mutaxassislarni yetishtirish masalalari e’tiborga loyiq. FDTUda telekommunikatsiya yo‘nalishi bo‘yicha bakalavriat, magistratura va doktorantura dasturlari muntazam yangilanib boriladi. Dars jarayonlarida zamonaviy dasturiy vositalar, laboratoriya jihozlari, virtual va real tarmoqlar, bulutli xizmatlar, IoT platformalari, simsiz aloqa tizimlari, axborot xavfsizligi va boshqa ilg‘or texnologiyalar keng qo‘llaniladi.

Talabalar va yosh olimlar uchun ilmiy to‘garaklar, startaplar, amaliyot va stajirovka dasturlari tashkil etiladi, ular respublika va xalqaro miqyosdagi tanlovlarda, grant loyihalarda va ilmiy konferensiyalarda faol ishtirok etadilar. Bu esa, universitetda

ilmiy va amaliy maktabning shakllanishi, mintaqa uchun yuqori malakali telekommunikatsiya mutaxassislarini tayyorlashga xizmat qilmoqda[4].

So‘nggi yillarda telekommunikatsiya texnologiyalarining rivojlanishida bir qator yangi yo‘nalishlar va muammolar yuzaga chiqmoqda. Jumladan, 5G va 6G texnologiyalari, keng polosali Internet, bulutli hisoblash, IoT, sun’iy intellekt asosida tarmoqlarni boshqarish, kiberxavfsizlik, raqamli transformatsiya, aqlli shaharlar, raqamli iqtisodiyot kabi yo‘nalishlarda ilmiy izlanishlar jadallashdi.

FDTUda ushbu zamonaviy yo‘nalishlarda olib borilayotgan tadqiqotlar doirasida, xususan, 5G tarmoqlari uchun yangi protokollar va algoritmlar, IoT qurilmalari uchun samarali va xavfsiz integratsiya usullari, sun’iy intellekt yordamida tarmoq monitoringi va boshqaruvi, kiberxavfsizlik algoritmlari, raqamli xizmatlarni himoyalash, ma’lumotlar omborlarini optimallashtirish, bulutli va tarqoq hisoblash tizimlari, aqlli shahar infratuzilmasini rivojlantirish, energetika va sanoat uchun IoT texnologiyalarini joriy etish, raqamli ta’lim va telemeditsina xizmatlarini takomillashtirish kabi loyihalar amalga oshirilmoqda. Bu tadqiqotlar natijasida universitetda zamonaviy texnologiyalarni ishlab chiqish va amaliyotga tatbiq etish imkoniyatlari kengaymoqda.

Telekommunikatsiya texnologiyalari sohasida olib borilayotgan tadqiqotlar va amaliyotda bir qator muammolar va bahsli jihatlar mavjud. Bular jumlasiga tarmoq infratuzilmasining modernizatsiyasi, axborot xavfsizligi tahdidlari, kiberhujumlarning kuchayishi, ma’lumotlarni himoyalash, sun’iy intellekt va IoT qurilmalarining xavfsizligi, zamonaviy aloqa protokollari va standartlarini joriy etish, milliy va regional infratuzilmani rivojlantirish, global texnologiyalarni lokal sharoitga moslashtirish, iqtisodiy va moliyaviy cheklovlar, kadrlar salohiyati va ilmiy bazaning yetarli emasligi, innovatsion loyihalarning barqarorligi va samaradorligini ta’minlash kabi masalalar kiradi.

FDTU olimlari tomonidan bu muammolar yechimi uchun zamonaviy algoritmlar, himoya vositalari, axborot xavfsizligi tizimlari, tarmoq monitoringi va boshqaruvi, kiberxavfsizlik strategiyalari, innovatsion ta’lim dasturlari ishlab chiqilmoqda. Jumladan, universitetda raqamli axborotni himoyalash, kiberxavfsizlikni

ta’minlash, IoT qurilmalarini xavfsiz integratsiyalash, sun’iy intellekt yordamida tarmoq tahdidlarini aniqlash va bartaraf etish, bulutli hisoblashda ma’lumotlar xavfsizligini oshirish, tarmoq resurslarini optimal taqsimlash, zamonaviy aloqa protokollarini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish bo‘yicha innovatsion ishlanmalar amalga oshirilmoqda[5].

Farg‘ona davlat texnika universiteti telekommunikatsiya texnologiyalari sohasida olib borilayotgan tadqiqotlar va amaliyot natijalari, shuningdek, milliy va xalqaro tajribani o‘rganish asosida bir qator xulosalar va tavsiyalar ishlab chiqildi. Jumladan, zamonaviy telekommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirishda ilmiy tadqiqotlar va innovatsion loyihalarning uzviyligi, ilg‘or texnologiyalarni lokal infratuzilmaga moslashtirish, axborot xavfsizligi va kiberxavfsizlikka alohida e’tibor qaratish, zamonaviy ta’lim dasturlarini ishlab chiqish va doimiy yangilash, xalqaro hamkorlikni kengaytirish, mintaqaviy va milliy ilmiy-amaliy maktablarni shakllantirish, zamonaviy laboratoriya va ilmiy markazlarni tashkil etish, yosh olim va mutaxassislarni tayyorlash, innovatsion startaplarni qo‘llab-quvvatlash, davlat va xususiy sektor hamkorligini rivojlantirish, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari sohasini iqtisodiy va ijtimoiy rivojlantirishga xizmat qiluvchi strategiyalarni ishlab chiqish zarurligi asosiy yo‘nalishlardan biri sifatida belgilandi[6].

Mazkur adabiyotlar sharhi natijasida Farg‘ona davlat texnika universitetida telekommunikatsiya texnologiyalarining nazariy, tarixiy, ilmiy-amaliy asoslari, zamonaviy rivojlanish yo‘nalishlari va mavjud muammolar atroflicha o‘rganildi. Bu esa, universitetda va umuman O‘zbekiston hududida telekommunikatsiya sohasida yangi ilmiy va amaliy yo‘nalishlarni belgilash, innovatsion loyihalarni amalga oshirish, ilg‘or texnologiyalarni joriy etish va mintaqaning axborot-kommunikatsiya salohiyatini oshirish uchun mustahkam asos bo‘lib xizmat qiladi.

Xulosa

Farg‘ona davlat texnika universitetida telekommunikatsiya texnologiyalari sohasida olib borilayotgan tadqiqotlar, innovatsion loyihalar va amaliyot natijalari mintaqaning axborot-kommunikatsiya salohiyatini oshirishda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Maqolada ko‘rsatib o‘tilganidek, universitetda telekommunikatsiya

sohasining nazariy asoslari, tarixiy rivojlanishi, zamonaviy ilmiy va amaliy yondashuvlar, milliy va xalqaro tajribalar chuqur o‘rganilmoqda.

FDTU olimlari tomonidan signal uzatish, tarmoq protokollari, axborot xavfsizligi, sun’iy intellekt, IoT, 5G va 6G texnologiyalari, bulutli hisoblash, aqlli shaharlar kabi yo‘nalishlarda innovatsion tadqiqotlar olib borilmoqda. Keng polosali Internet, optik tolali tarmoqlar, mobil aloqa, raqamli xizmatlar, axborotni himoyalash, kiberxavfsizlik, zamonaviy ta’lim dasturlari va laboratoriyalar tashkil etilishi mintaqaviy infratuzilmaning rivojlanishiga xizmat qilmoqda. Shu bilan birga, sohada mavjud bo‘lgan muammolar — infratuzilmaning modernizatsiyasi, axborot xavfsizligi tahdidlari, kadrlar salohiyatining yetarli emasligi, innovatsion loyihalarning barqarorligi va iqtisodiy cheklovlar — universitet olimlari tomonidan ishlab chiqilayotgan zamonaviy algoritmlar, himoya vositalari va ta’lim dasturlari orqali bosqichma-bosqich hal qilinmoqda.

Xulosa qilib aytganda, Farg‘ona davlat texnika universitetida telekommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish bo‘yicha olib borilayotgan ilmiy-amaliy faoliyat va innovatsion yondashuvlar nafaqat mintaqaviy, balki milliy va xalqaro telekommunikatsiya sohasining taraqqiyotiga ijobiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Kelgusida universitetda yangi texnologiyalarni tadqiq qilish, ilg‘or tajribalarni o‘zlashtirish, kadrlar salohiyatini kuchaytirish va zamonaviy ilmiy-amaliy maktabni shakllantirish bo‘yicha kompleks strategiyalar ishlab chiqilishi va amalga oshirilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. Bell System Technical Journal.
2. Farg‘ona davlat texnika universiteti ilmiy jurnali. Telekommunikatsiya texnologiyalari maxsus soni, 2022.
3. O‘zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish vazirligi hisobotlari, 2019–2023.
4. Kurbanov, A. X. (2021). Raqamli texnologiyalar va telekommunikatsiya sohasida kadrlar tayyorlash. FDTU nashriyoti.
5. Mamatqulov, Sh. (2020). Telekommunikatsiya tarmoqlarida axborot xavfsizligi. Toshkent: Fan va texnologiya.
6. ITU (International Telecommunication Union). (2022). Global ICT Development Index.