

The importance of radiotechnical systems in local telecommunication networks

A. Zhumahan*, N. Smailov, Zh. Dosbayev, G.T. Ayapbergenova

Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

*Corresponding author: aazanzumahan5@gmail.com

Abstract. This article examines local telecommunication networks in radiotechnical systems. Radiotechnologies play a crucial role in enhancing the efficiency of telecommunication systems by accelerating information exchange, improving communication quality, and optimizing infrastructure. Modern local networks employ a combination of wired and wireless technologies, enabling service area expansion and ensuring communication stability. Radiotechnical systems facilitate high-speed and reliable communication through wireless internet, mobile communication, and data transmission channels. Additionally, they accelerate digital transformation and contribute to the development of «smart cities» and IoT (Internet of Things) systems. The article discusses the role and future of radiotechnical solutions in telecommunication infrastructure, highlighting the importance of their technological advancement. The research findings provide a clear understanding of the potential for improving and applying radiotechnical systems. This serves as a foundation for enhancing the stability and efficiency of local networks, as well as supporting innovative development in the telecommunications sector.

Keywords: wireless internet, Internet of Things, innovation.

1. Кіріспе

Зерттеушілердің пайымдауы бойынша жергілікті телекоммуникациялық желілерді дұрыс бағыттау механизмдеріне ие болу үшін кедергі ретінде ұсынатын күрделіліктен басқа, олардың функционалдығын тексеру және мақұлдау басқа да қиындықтар болып табылады. Телекоммуникацияның өнімділігі мен сенімділігін арттыру трафикті ұйымдастырудың дұрыс тәсілдеріне өте тәуелді, оған деректер, дауыс және бейне қызметтерін кідіріссіз, үзіліссіз немесе қосылым сапасының нашарлауынсыз оңтайлы байланыс арқылы жоғары пайдаланушы тәжірибесін қамтамасыз ету арқылы қол жеткізуге болады.

Сонымен қатар, желілік және телекоммуникациялар ұялы желілерді, өнеркәсіптік заттардың интернетін (IIoT), интеллектуалды көлік жүйелерін, ақылды қалаларды және т.б. қоса алғанда, әрқайсысының өзіндік ерекшеліктері бар домендер кең ауқымын қамтиды [1]. Радиотехникада сандық қызметтері мен желілік есептеулер бүгінгі және болашақ телекоммуникациялық инфрақұрылымдардың ажырамас бөліктерін құрайды [2].

Бұл үрдістің дамуы ұялы байланыс технологияларының эволюциясымен тығыз байланысты. Мысалы, бірінші буынның ұялы байланыс жүйелері ұялы байланыс концепцияларын пайдалана отырып, аналогтық ұялы телефонияны таратудың үлгісі болды. Өткен ғасырларда 1G ұялы байланыс жүйелері арқылы дауыстық қоңырау шалу қызметтері абоненттерге қолжетімді болды. Дәл осы қолжетімділіктің арқасында желілік қосылым қамтамасыз етіліп, алдыңғы бес жылда ақпараттық-коммуникациялық технологияларға (АКТ) қоғамның қажеттіліктерін шешу үшін коммуникация

қоғамы 6G телекоммуникациялық экожүйесінде зерттеулер мен әзірлемелерді бастады [3]. Бұл технологиялық жетістіктердің бірі – Заттар интернеті (IoT), ол бірегей сәйкестендірілетін смарт нысандарды өзара байланыстыру арқылы физикалық және цифрлық элементтерді біріктіруге арналған революциялық шешім болып табылады. IoT қолданбалары ғылым, білім, өнеркәсіп, қоғамдық денсаулық, қауіпсіздік, бизнес, энергетика, көлік, БАҚ, логистика сияқты көптеген салаларда кеңінен қолданылуда. Transforma Insights жариялаған соңғы зерттеулерге сәйкес, дүние жүзінде қосылған IoT құрылғыларының саны осыдан біршама жылдар бұрын 7.6 миллиардтан алдыңғы бес жылда 24.1 миллиардқа дейін өседі, осылайша одан да көп кіріс әкеледі [4].

Біздің зерттеу жұмысымыздың барысында радиотехникадағы телекоммуникациялық инфрақұрылымның дамуының, технологиялық прогрестің маңызы қарастырылады. Жергілікті желілердің функционалдығын қамтамасыз ету үшін күрделі техникалық шешімдер қабылданады. Бұл процесте трафикті ұйымдастыру, деректерді кешіктірусіз және сапалы түрде жеткізу шешуші рөл атқарады. Ұялы байланыс технологияларының эволюциясы 1G-ден бастап 6G-ге дейінгі дамудың негізін қалағаны анық. Сонымен қатар, IoT экожүйесі телекоммуникациялық жүйелердің ажырамас бөлігіне айналып, көптеген салаларда кеңінен қолданылуда. Болашақта IoT құрылғыларының санының айтарлықтай өсуі осы үрдістің маңыздылығын одан әрі арттыра түседі. Бұл өз кезегінде радиотехникадағы жергілікті желілердің телекоммуникациядағы маңызын арттыра түседі.

2. Зерттеу әдістері мен материалдары

Қазіргі таңда телекоммуникациялық инфрақұрылымдарда радиотехникалық жүйелер ерекше қызмет атқарады. Сол себепті де радиотехникада Заттар интернеті технологиясының қарқынды түрде дамуы, өз маңыздылығын арттыра түсуде деп ойлаймын. Екеуі тығыз байланысты, әрі тұрақты және тиімді жұмыс атқаруға септігін тигізеді.

Интернет заттары радиотехника жүйесінде әртүрлілік, өлшем және қолданбалар тұрғысынан классикалық Интернет желісінің жаңа эволюциясын құрайды. Бұл жаңа желілік бағдарлама Интернетті машинадан машинаға (M2M) байланыс жүйесінен заттардан машинаға (T2M) және заттардан заттарға (T2T) байланыс жүйесіне дейін кеңейтуге мүмкіндік береді. Басқаша айтқанда, IoT барлығын есептеу және коммуникациялық желі жұмысын жеңіл әрі тиімді орындай алатын компьютерге айналдыруды мақсат етеді. Сондай-ақ Заттар интернеті (IoT) өте жоғары жылдамдықпен пайда болғанын естен шығармау керек, ал оның қауіпсіздігі қарастырылатын соңғы мәселе екені бәрімізге мәлім [5]. Көптеген зерттеулердің нәтижесінде, Интернет заттары классикалық интернетті кеңейтіп, құрылғылар арасындағы өзара байланыс мүмкіндіктерін арттырады. Бұл технология сымсыз байланыс желілердің дамуына тікелей әсер етіп, желі өнімділігі мен ресурс басқаруын оңтайландыруды талап етеді. [6] жұмыста желі өнімділігі мен пайдаланушы тәжірибесі негізінде уақыт, кеңістік және жиілікке негізделген ресурс жұмысы және ауа интерфейсінің қуат ресурстарын бөлу әдісі реттелген формада көрсетілген. Төмен және орташа жүктеме кезеңінде дұрыс жоспарлау арқылы ресурстардың үстеме шығындарын азайту энергияны үнемдеудің негізгі жолы болып табылады.

Сымсыз байланыс желілердің эволюциясы қызмет көрсету талаптарының артуына төтеп беру үшін желі сыйымдылығы мен ресурстарын кеңейту процесі болып табылады.

Негізінен, желі өнімділігі мен ресурстарын оңтайлы басқару әдістері сымсыз байланыс желілерінің эволюциясында маңызды рөл атқарады, өйткені олар энергияны үнемдеу мен желі сыйымдылығын арттыруға бағытталған.

Бұл үдерістер IoT технологияларымен және жасанды интеллект (AI) мүмкіндіктерімен тығыз байланысты, себебі AI домені IoT жүйелеріндегі деректер ағынын талдау және тиімді басқару үшін қолданылады. AI-дің IoT контекстіндегі рөлі әсіресе ақаулықтарды диагностикалау, сенсорлардың сенімділігін бағалау және деректерді өңдеу процесінде айқын көрінеді.

Алайда, AI шешімдерінің түсіндірілуіндегі кемшіліктер оны қолдану шеңберін шектейді. Сондықтан AI-дың IoT жүйелеріндегі ықпалын арттыру үшін модельдерді түсіндіру механизмдерін жетілдіру және контекстік ақпаратпен байытылған қызметтерді ұсыну қажеттілігі туындайды. [7] жұмыста IoT үшін анықталған әртүрлі модельдер арқылы біз телекоммуникациялық желілерде AI доменінің IoT доменіндегі егжей-тегжейлі кірістер мен шығыстар туралы ойлау тәсілін байқай аламыз. Мысалы, егер біз ақаулықты диагностикалауды жоспарласақ, IoT доменіндегі AI мүмкіндіктерінен деректерді ала аламыз.

Біз сондай-ақ сенсорлардың немесе деректер көздерінің сенімділігі мен сенімділігі туралы сұрауды бастай аламыз. Дегенмен, қарапайым AI әдістерін қолдану адамдарға әзірленген шеңберлер қабылдаған шешімдер туралы түсініктеме беруде жетіспейді. Мұндай шешімдерді қабылдаудың анық түсіндірмесін алу оны әзірлеу кезінде модельді жақсырақ түсіндіру және контекстен хабардар қызметтердің неғұрлым қарапайым нақтыланған құралдарын бір мезгілде ұсыну үшін радиотехникада көпжақты мақсаттарды талап етеді.

Бұл тұрғыда, инновация субъектілерінің әлеуметтік желілердегі өзара әрекеттесу мен ынтымақтастықты қамтамасыз етудегі рөлі ерекше маңызды бола түседі [8]. Цифрлық дәуірде бұл субъектілер тек қана ақпарат алмасуда ғана емес, сонымен қатар радиотехника мен телекоммуникация желілерінде де шешуші маңызға ие. IoT және AI технологияларының дамуымен инновация субъектілері арасындағы байланыстар күрделене түсіп, сенімді деректер алмасу мен тиімді шешім қабылдауды талап етеді. Осылайша, цифрлық ортадағы технологиялық және әлеуметтік желілердің өзара байланысы IoT мен AI жүйелерінің тиімділігін арттыруда маңызды факторға айналады.

Зерттеу жұмысымыздың барысында IoT жүйелерінің радиотехникалық жүйелер мен жергілікті телекоммуникациялық желілердегі маңызын кесте түрінде енгіздік.

Кесте 1. IoT жүйелерінің радиотехникалық жүйелер мен жергілікті телекоммуникациялық желілердегі маңызы

№	Маңызды аспектілер	Сипаттамасы
1	Деректерді жинау және өңдеу	IoT құрылғылары сенсорлар арқылы деректерді жинап, оларды радиотехникалық жүйелер арқылы өңдейді.
2	Байланыс тиімділігі	Радиотехникалық жүйелер IoT құрылғылары арасында тұрақты және сенімді байланыс орнатуға көмектеседі.
3	Желілердің тұрақтылығы	IoT жүйелері телекоммуникациялық желілердің жүктемесін тиімді басқаруға ықпал етеді.
	Энергия тиімділігі	IoT жүйелері радиотехникалық шешімдер арқылы энергияны үнемдеуге және тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.
5	Қауіпсіздік және деректерді қорғау	Жергілікті телекоммуникациялық желілер арқылы IoT құрылғыларының деректерін шифрлау және қорғау жүзеге асырылады.
6	Жүйелердің үйлесімділігі	Радиотехникалық желілер IoT құрылғыларының әртүрлі технологиялармен үйлесімділігін қамтамасыз етеді.
7	Ақылды инфрақұрылым	IoT шешімдері радиотехникалық және телекоммуникациялық желілерді біріктіріп, ақылды қалалар мен өндірістік жүйелердің дамуына ықпал етеді.

IoT жүйелерінің маңызы мен бірге оның технологиясы құрылғылар арасындағы деректер алмасуын жеңілдетіп және оларды тиімді автоматтандырылған етеді. Зерттеу жұмыстарында цифрлық деректер мен ақпаратты тасымалдау әдістері жиі қарастырылады. Бір кездері тек біртекті желілерде байланысуға қабілетті құрылғылар енді әртүрлі фондық және мүмкіндіктегі құрылғылар арасында деректерді тасымалдай алатын мүмкіндікке қол жеткіздік. Сенсорлардан смартфондарға дейін құрылғылардың байланысуына мүмкіндік беретін технология осы бағытта ілгерілеуді жалғастыруда. Әртүрлі ортадағы

құрылғылар қосылған сайын олардың физикалық және әлеуметтік орталары цифрлық әлеммен біріктіріледі [9]. Біз Интернет пен компьютерлердің барлық қауіпсіздік мәселелері барлығының қауіпсіздік мәселесіне айналды деп айта аламыз, өйткені IoT Интернет қауіпсіздігін барлық қауіпсіздікке айналдырады. Сондықтан, жалпы зерттеулердің барысында IoT қауіпсіздік мәселелері және әсіресе IoT шабуылдары туралы кешенді зерттеулер жүргізілді [10]. Алдағы 5 жылдықта IoT миллиардтаған құрылғыларды біріктіреді және адамдар мен құрылғыларды өзгертіп, өзара байланыстырады деп болжануда [11].

Радиотехникада телекоммуникациялық құрылғыларды қоршаған орта мен адамдармен байланыстыра отырып, біз олардың қауіпсіздігіне көбірек көңіл бөлеміз. Яғни, қауіпсіздік болдырмаудың алдын алу шараларын ұйымдастырамыз.

Интернет пен компьютерлік жүйелердегі қауіпсіздік бұзушылықтар енді бүкіл IoT инфрақұрылымының қауіпсіздігіне әсер етеді. IoT құрылғылары көбейген сайын, олардың осал тұстары да арта түсуде, бұл желіге шабуыл жасаушыларға жаңа мүмкіндіктер ашады. Яғни зиянкестер жеке ақпараттарға тіпті ақылды құрылғыларға да үлкен қашықтыққа қарамастан басқаруға мүмкіндік ала алады.

Сондықтан да зерттеулерде Заттар Интернетінің, радиотехникада және телекоммуникация желілерінде қауіпсіздік мәселелеріне жан жақты зерттеу жүргізу, қорғанысты одан әрі дамыту және де пайдаланушылардың киберқауіпсіздіктен хабардарлығын арттыру қарастырылған. Осылайша телекоммуникация, технологиялық тұрғыда дамумен қатар, қауіпсіздік белгілерін нығайту арқылы ғана цифрлық әлемнің болашақтағы тұрақтылығы мен сенімді түрде қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.



Сурет 1. Радиотехникалық жүйелердің телекоммуникациялық желілердегі негізгі маңызды бөлігінің бірі – Коммутациялау тәсілі

Коммутациялық тәсілдер – радиотехникада маңызды рөл атқарады. Себебі олар сигналдарды өңдеу, қабылдау, тарату процессінде үлкен маңызды рөл атқарады. Яғни осындай мүмкіншіліктердің арқасында жүйелерге сенімділік пен тиімділік пайда болады. Радиотехникада коммутация әртүрлі құрылғылардың арасында ақпаратты бағыттау мен басқару механизмдерін жүзеге асыру үшін қолданылады. Коммутациялау тәсілі екі түрлі әдіспен жұмыс істейді: тура қосылу және жинақталып қосылу.

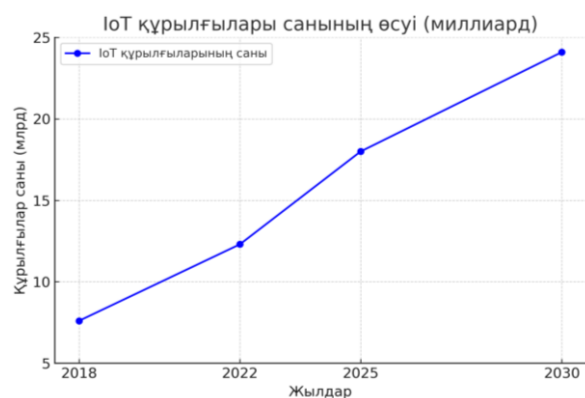
Коммутациялау тәсілдерінің өздерінің жеке пакеттері болады. Олар коммутациялауға арналған бөліктерді толықтырады. Осылайша 1-сурет арқылы радиотехникада коммутациялау процессінің маңызын, тәсілдерін, пакеті жайлы ақпараттарды қарастырдық. Радиотехникада коммутациялық тәсіл ең тиімді тәсіл болып қалыптасқан және бұл үрдіс әрі қарайда дәл осы бағытта дамиды (1-сурет).

3. Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Телекоммуникация желілерінде энергия жинауға негізделген батареясыз сымсыз технологиялар сенсорлық түйіндер сонымен қатар IoT құрылғыларын қуаттандыру үшін жақсы нәтиже көрсеткен негізгі шешімдердің бірі болып табылды [11]. Осы технологиялар арқылы энергияны тиімді пайдалана отырып, IoT құрылғыларының үздіксіз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

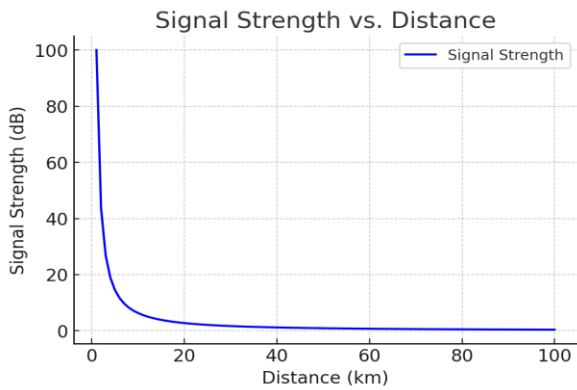
Радиотехникада желіні бағдарламаланатын қосылым платформасы ретінде көрсету телекоммуникациялық кәсіпорындар мен олардың серіктестері желіні бақылай алатын, оған әсер ететін және трафик ағынын оңтайландыратын, байланыс жүйелері секілді қолданбаларды құруға мүмкіндік берді [12]. Бұл қосылым платформаларына Заттар интернеті де кіреді. Заттар интернетінің жұмыс істеу принципі телекоммуникациялық кәсіпорындарда көптеген қолданбаларды құруға мүмкіндік берді.

Transforma Insights жариялаған соңғы зерттеулерге сәйкес, дүние жүзінде қосылған IoT құрылғыларының санының соңғы бес жылдағы өсуінің диаграммасы 2-суретте көрсетілген.



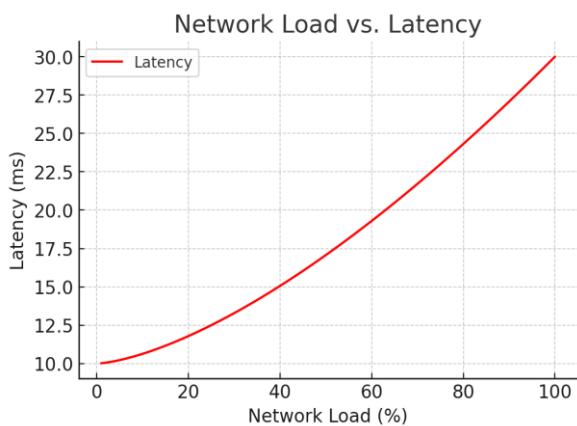
Сурет 2. IoT құрылғыларының санының өсу диаграммасы. Дүние жүзінде қосылған IoT құрылғыларының саны 2018 жылда 7.6 миллиардтан 2030 24.1 миллиардқа дейін

Радиотехникалық жүйелерде қолданбалардың кең ауқымына жол аша отырып, IoT дәуірі біздің түсінуімізге, жұмыс атқара алуымызға терең парадигманы өзгертуді енгізді. Осы парадигманың арқасында Заттар интернеті дәуірлеп, өз кезегінде байланыс жүйелерінің жұмыс істеу принципін тиімді әрі қолдануға ыңғайлы етіп, қолданушыларға, операторларға қолайлы мүмкіндік сыйлады. Сонымен қатар радиотехникада IoT жүйелерінің ең негізгі маңыздылығы қарастырылып, оның телекоммуникациялық желілердегі алатын орны айқын көрсетілді [4].



Сурет 3. Сигнал қуаты мен қашықтықтың байланысы

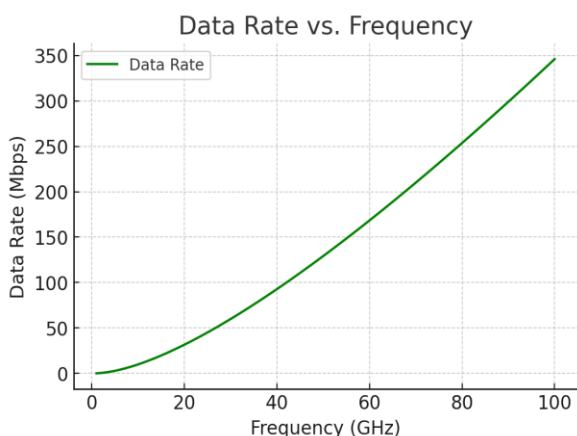
Графикте сигнал қуатының қашықтық артқан сайын әлсіреуін көрсетеді. Сигнал қуаты мен қашықтық арасындағы байланыс көрсетіледі (3-сурет).



Сурет 4. Желі жүктемесі мен кідіріс уақытының байланысы

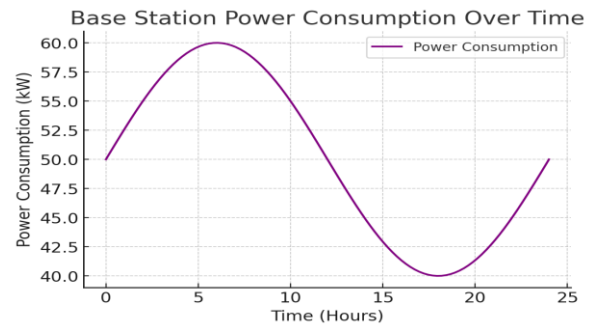
4-суретте желі жүктемелерінің кідіріс уақытымен байланысының графигі көрсетіледі. Біздің зерттеуімізде жүктеме артқан сайын желідегі кідірістің ұлғаюын көрсетеді.

5-суретте деректерді беру жылдамдығы мен жиіліктер арасындағы байланысы көрсетіледі. Сигнал жиілігінің артуына байланысты деректерді беру жылдамдығының өзгеруін сипаттайды.



Сурет 5. Деректерді беру жылдамдығы мен жиіліктер арасындағы байланыс

Сонымен қатар 6-суретте базалық станцияның энергия тұтынуының тәуліктік өзгерісінің динамикасын салыстырдық. Бұл график - Базалық станциялардың тәулік бойындағы энергия тұтыну динамикасын көрсетеді.



Сурет. Базалық станцияның энергия тұтынуының өзгерісінің динамикасы

Бұл графиктер радиотехникалық жүйелердің жергілікті телекоммуникациялық желілердегі негізгі жұмыс принциптерін көрнекі түрде бейнелейді.

4. Қорытынды

Зерттеу жұмысында радиотехникалық жүйелердің телекоммуникациялық жүйелердегі маңызы қарастырылды. Радиотехникалық жүйелерге жеке анықтамалар берілді. Радиотехникалық жүйелердің ең негізгі бөлігі ретінде IoT құрылғыларын ала отырып, олардың байланыс жүйелеріндегі жұмыс істеу принципі қарастырылды. Сонымен қатар желі өнімділігі мен оларды оңтайлы басқару жүйелері негізделді.

Сымсыз байланыс желілердің эволюциясы қызмет көрсету талаптарының артуына төтеп беру үшін желі сыйымдылығы мен ресурстарын кеңейту процесі болып табылды. Жергілікті желілердің функционалдығын қамтамасыз ету үшін күрделі техникалық шешімдер қабылданды. Бұл процесте трафикті ұйымдастыру, деректерді кешіктірусіз және сапалы түрде жеткізу шешуші рөл атқарды. Цифрлық дәуірде технологиялардың дамуы инновация субъектілері бойынша қарастырылып, телекоммуникация желісіндегі негізгі инфрақұрылымдар жіктелді.

Радиотехникадағы IoT құрылғылары мен жасанды интеллекттің телекоммуникациядағы тиімді мүмкіншіліктері қарастырылды. Интернет заттары классикалық интернетті кеңейтіп, құрылғылар арасындағы өзара байланыс мүмкіндіктерін арттырды. Бұл технология сымсыз байланыс желілердің дамуына тікелей әсер етіп, желі өнімділігі мен ресурс басқаруын оңтайландыруды талап етті. Сонымен қатар Заттар интернетінің радиотехникадағы маңызы жіктеліп, олардың қолданылу аймағы көрсетілді. Дүние жүзінде Заттар интернетінің даму үрдісі зерттелді. 2018-2030 жылдар аралығындағы өсу қарқыны көрсетілді. IoT құрылғылары мен сымсыз байланыс желілерін бір – бірімен байланыстыра отырып, олардың жергілікті желілердегі маңызы мен орны жайлы толық ақпарат берілді.

Радиотехникалық жүйелер қазіргі таңда цифрлық трансформацияның ажырамас бөлігі болып, жаңа технологиялардың дамуына өз үлесін қосады. Алдағы уақытта бұл жүйелер одан әрі дамып,

телекоммуникациялық бағытта тың мүмкіндіктер ашатыны сөзсіз.

References / Әдебиеттер

- [1] Poorzare, R., Kanellopoulos, D.N., Sharma, V.K., Dalapati, P. & Waldhorst, O.P. (2024). Network Digital Twin Toward Networking, Telecommunications, and Traffic Engineering: A Survey. *IEEE Access*, Preprint
- [2] Tkachuk, R.-V., Ilie, D., Tutschku, K. & Robert, R. (2022). A Survey on Blockchain-Based Telecommunication Services Marketplaces. *IEEE Transactions on Network and Service Management*, 19(1), 228-255. <https://doi.org/10.1109/TNSM.2021.3123680>
- [3] Kuruvatti, N.P., Habibi, M.A., Partani, S., Han, B., Fellan, A. & Schotten, H.D. (2022). Empowering 6G Communication Systems With Digital Twin Technology: A Comprehensive Survey. *IEEE Access*, (10), 112158-112186. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3215493>
- [4] Celik, A., Romdhane, I., Kaddoum, G. & Eltwil, A.M. (2023). A Top-Down Survey on Optical Wireless Communications for the Internet of Things. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 25(1), 1-45. <https://doi.org/10.1109/COMST.2022.3220504>
- [5] Lounis, K. & Zulkernine, M. (2020). Attacks and Defenses in Short-Range Wireless Technologies for IoT. *IEEE Access*, (8), 88892-88932. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2993553>
- [6] Tan, R., Shi, Y., Fan, Y., Zhu, W. & Wu, T. (2022). Energy Saving Technologies and Best Practices for 5G Radio Access Network. *IEEE Access*, (10), 51747-51756. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3174089>
- [7] Jagatheesaperumal, S.K., Pham, Q.-V., Ruby, R., Yang, Z., Xu, C. & Zhang, Z. (2022). Explainable AI Over the Internet of Things (IoT): Overview, State-of-the-Art and Future Directions. *IEEE Open Journal of the Communications Society*, (3), 2106-2136. <https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2022.3215676>
- [8] Drechsler, K., Reibenspiess, V., Eckhardt, A. & Wagner, H.-T. (2024). Understanding the Role of Innovation Actors' Social Network in the Digital Age: A Literature Review and Avenues for Future Research. *IEEE Transactions on Engineering Management*, Preprint
- [9] Ting, H. L. J., Kang, X., Li, T., Wang, H. & Chu, C.-K. (2021). On the Trust and Trust Modeling for the Future Fully-Connected Digital World: A Comprehensive Study. *IEEE Access*, (9), 106743-106783. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3100767>
- [10] Khajeh, H., Firoozi, H., Hesamzadeh, M.R., Laaksonen, H. & Shafie-Khah, M. (2021). A Local Capacity Market Providing Local and System-Wide Flexibility Services. *IEEE Access*, (9), 52336-52351. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3069949>
- [11] Uyoata, U., Mwangama, J. & Adeogun, R. (2021). Relaying in the Internet of Things (IoT): A Survey. *IEEE Access*, (9), 132675-132704. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3112940>

Радиотехникалық жүйелердің жергілікті телекоммуникациялық желілердегі маңызы

А. Жұмахан*, Н. Смайлов, Ж. Досбаев, Г.Т. Аяпбергенова

Satbayev University, Алматы, Қазақстан

*Корреспонденция үшін автор: azanzumahan5@gmail.com

Аңдатпа. Бұл мақалада радиотехникалық жүйелердегі жергілікті телекоммуникациялық желілер қарастырылды. Радиотехнологиялар ақпарат алмасуды жылдамдату, байланыс сапасын арттыру және инфрақұрылымды оңтайландыру арқылы телекоммуникациялық жүйелердің тиімділігін жоғарылатуда шешуші рөл атқарды. Заманауи жергілікті желілерде заттар интернеті, сымды және сымсыз технологиялардың үйлесімі қолданылды, бұл қызмет көрсету аймағын кеңейтуге және байланыс тұрақтылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік берді. Радиотехникалық жүйелер - сандық қызметтері мен желілік есептеулер, сымсыз интернет, ұялы байланыс және деректерді беру арналары арқылы жоғары жылдамдықты әрі сенімді байланыс орнатуға көмектеседі. Сонымен қатар, олар цифрлық трансформацияны жеделдетіп, «ақылды қала» және IoT (заттар интернеті) жүйелерінің дамуына ықпал етеді. Мақалада радиотехникалық шешімдердің телекоммуникация инфрақұрылымындағы орны мен болашағы талқыланып, олардың технологиялық жетілдірілуінің маңыздылығы көрсетілді. Зерттеу нәтижелері радиотехникалық жүйелерді жетілдіру мен қолдану мүмкіндіктерін айқындауға нақты түсінік берді. Бұл жергілікті желілердің тұрақтылығы мен тиімділігін арттыруға, сондай-ақ телекоммуникация саласындағы инновациялық дамуды қолдауға негіз болып табылады.

Негізгі сөздер: сымсыз интернет, Заттар Интернеті, инновация.

Значение радиотехнических систем в локальных телекоммуникационных сетях

А. Жұмахан*, Н. Смайлов, Ж. Досбаев, Г.Т. Аяпбергенова

Satbayev University, Алматы, Казахстан

*Автор для корреспонденции: azanzumahan5@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются локальные телекоммуникационные сети в контексте радиотехнических систем. Радиотехнологии играют ключевую роль в повышении эффективности телекоммуникационных систем за

счёт ускорения обмена информацией, улучшения качества связи и оптимизации инфраструктуры. В современных локальных сетях используется сочетание проводных и беспроводных технологий, что позволяет расширять зону обслуживания и обеспечивать стабильность связи. Радиотехнические системы способствуют созданию высокоскоростной и связи посредством беспроводного интернета, мобильной связи и каналов передачи данных. Кроме того, они ускоряют цифровую трансформацию и способствуют развитию «умных городов» и систем Интернета вещей (IoT). В статье обсуждается роль и перспективы радиотехнических решений в телекоммуникационной инфраструктуре, подчёркивается значимость их технологического совершенствования. Результаты исследования дают чёткое понимание возможностей улучшения и применения радиотехнических систем. Это служит основой для повышения стабильности и эффективности локальных сетей, а также для поддержки инновационного развития в телекоммуникационной сфере.

Ключевые слова: *беспроводной интернет, Интернет вещей, инновация.*

Received: 03 June 2024

Accepted: 15 September 2024

Available online: 30 September 2024