

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің 60 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары– 13: дәстүрлерді сақтай отырып, болашақты құру» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 13: сохраняя традиции, создавая будущее», посвященная 60-летию Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина. - 2017. - Т.1, Ч.5. - Б.50-52

## КОГНИТИВТІК РАДИОЖҮЙЕЛЕР

*Иманқұл М.Н., Молдабаева Ә.А.*

Қазіргі уақытта радио саласында сымсыз байланыс жүйелері қарқынды дамуда және олардың қолдану қарқындылығы да өсуде, яғни бұл радиожиіліктік спектрдің (РЖС) сұранысының өсуіне әкелуде. Бірақ РЖС табиғатта шектеулі ресурс болып табылады. Жиіліктік диапазондарының барлығы бөлініп/үлестіріліп және лицензияланған, бірақ спектр бағалы табиғат ресурсы ретінде тиімді пайдаланылмай жүр. Жаңа перспективтік радиотехнологиялар үшін жиіліктік жолақтарын пайдалануда жаңа принциптерді қолдану өзекті мәселе болып табылады. Себебі, дәстүрлі тәсілдер РЖС-ні пайдаланушыларды толық көлемде қанағаттандырмайды. Мысалы, дәстүрлі РЖС-нің конверсиясы жиілік пен жиіліктік жолақтарын пайдалану мақсаттарының өзгеруімен байланысты түрлендіруді көздейді.

Бос жиілікті диапазондарды қажет ететін жұмыстар үшін жаңа сервистерді енгізу мен пайдалану қиындап бара жатыр. Эфирлік радиожиіліктерді үлестірудегі ағымдық қағидалар өзін-өзі ақтамады. Осы айтылған мәселелерді шешудің бірден бір жолы – когнитивті радио деп аталатын жаңа технологияға көшу болып табылады. 2000-жылдардан бастап осы когнитивті радиотехнологиясының дамуымен жұмыстар жүргізіліп келеді. Бұл когнитивті радиотехнологияда жиіліктер жолағының екінші реттік негізде бөлінуін пайдаланады.

РЖС-ні пайдалану тиімділігін арттырудың қазіргі бейнесі екінші ретті пайдаланушыларға (лицензияланбаған) сәйкес спектрді басқарудың динамикалық механизміне мүмкіндік береді. Сонымен бірінші ретті пайдаланушылар (лицензияланған) өз диапазонын пайдаланбаған уақытта екінші ретті пайдаланушылар сол диапазонды қолдану мүмкіндігіне ие болады.

Егер жиіліктер жолағы қандай да бір радио қызметтің екінші реттік негізде бөлінуге тиіс болса, онда осы екінші реттік қызмет бірінші реттік радио қызметке (және осы жиілікте бөлінген жиіліктер жолағына) зиянды бөгеуілдер келтірмеу керек,. Екінші реттік қызметі, сондай-ақ бірінші реттік радио қызмет тарапынан зиянды бөгеуілдерден қорғауды талап ете алмайды. Екінші реттік радио қызмет сол жиіліктер жолағында орналасқан басқа екінші реттік радио қызметпен тең құқығы бар, бірақ осы жағдайларға қосылу критерийлері мен шарттары әзірленген жоқ.

Когнитивтік радиожүйелер CRS (Cognitive Radio Systems) – эфирдің жағдайына байланысты радиожиіліктік спектр жиіліктерін динамикалық

түрде үлестіру бойынша радиожиіліктік спектрін тиімді пайдалануға мүмкіндік беретін зерделі радиожүйелер [1]. CRS-те «ақ кеңістікті» ("white space") пайдаланады. «Ақ кеңістік» (немесе «радиожиіліктік бос орын») – бұл радиобайланыс (радиоқызметтерімен, радиожүйесімен) мүддесінде пайдалану үшін қолжетімді, белгілі бір уақытта, белгілі бір географиялық аумағында бөгеуіл болмайтын, ұлттық деңгейде басымдылығы жоғары басқа қызметтер бөгеуілдерінен қорғауды талап етпейді. CRS– бұл WSD (White Space Device), яғни «ақ кеңістік құрылғылары» класын құрайды. WSD – «радиожиіліктік бос орын» деп аталатын, қажетті когнитивтік қызметті (мысалы, арнаны тыңдау (sensing) және/немесе географиялық (геолокациялық) деректер базасын қолдану) пайдаланатын, спектр учаскелерінде жұмыс істей алатын құрылғы. Ол қорғалатын радио қызметтерге зиянды бөгеуілсіз қызмет етеді. CRS жеке территория шеңберінде телевизиялық жиіліктік диапазонының «ақ кеңістігінде» жұмыс істеуі мүмкін.

Когнитивті радиокұрылғысы географиялық және электромагниттік ахуалы туралы ақпараттар негізінде өз параметрлерін өзгертеді, барлық бірінші ретті радиоэлектронды құрылғылардың (РЭҚ) сигналдарын қабылдап және бірінші ретті РЭҚ жұмыс жасамаған кезде оны қолданады. Олар автоматты түрде тұрақты байланыстармен қамтамасыз ететін еркін диапазондарға бапталады [2].

2011 жылы енгізілген IEEE 802.22 стандарты – когнитивтік радиотехнологиясына негізделген бірінші сымсыз байланыс стандарты болып табылады. Стандарттар телекоммуникацияда маңызды рөл атқарады, себебі олар әр түрлі өндірушілердің өнімдерінің өзара байланысын қамтамасыз етіп, жалпы өнім үшін үлкен нарыққа шығу арқылы жаңа технологиялардың енуін жеңілдетеді.

Радиожиіліктік ресурсын пайдалану жөніндегі проблемаларымен халықаралық деңгейде бірнеше комитеттер мен ұйымдар айналысады. Қазіргі таңда радиожиіліктерде сигналдарды тарату, энергияны беру және жинақтау әдістері келесі ұрпақ сымсыз желілер үшін шешуші технология болып табылады. [3]-ші еңбекте желілік когнитивті радиожүйесі үшін энергия жинақтауға арналған жаңа сұлбаның әзірленуі көрсетілген. Онда тізбекті ойын моделін қолданып, әр құрылғыдағы деректерді тарату және энергияны жинақтау динамикалық түрде жоспарланған. Сонымен қатар осы жұмыста алынған нәтижелер спектр мен энергияны пайдаланудың жоғары тиімділігін қамтамасыз ететіндігін көрсетеді.

«Зерделі» желілер байланыс үзілмегенше әр түрлі стандарттар арасында ауыстырылып қосыла алады. Мысалы, 5G (мобильдік желілердің бесінші буыны) - когнитивті желі, интеллектуалды және адаптивті қасиеттерге ие. Яғни, желінің ағымдық күйін есепке алуға және содан кейін желінің ағымдық күйіне қатысты әрекеті мен шешімдерін қабылдап, жоспарлауға мүмкіндік беретін желі. 5G технологиясы қазіргі кезде көптеген байланыс операторлары үшін қиындық туғызып жатқан мәселелерді шешетін болады. 5G желілеріне қойылатын талаптар: желілік ресурстарды стохастикалық және

адаптивті қолдану, қолжетімді спектрді табу мен когнитивті радио принципінде қолдану, өздігінен басқарылатын/конфигурацияланатын және автоматтандырылған желілер. Сонымен қатар радиоспектрді бірлесіп қолданылуы, ғимарат ішінде және сыртқы ортада спектрдің біріктірілген пайдалануы, лицензияланатын және лицензияланбайтын спектрді қолданылуы және тағы басқа талаптар орындалуы керек.

CRS– белгіленген ережелер мен өзінің жағдайы туралы жүйеге мәліметтер беретін технологияны жүзеге асырады. Ол алынған мәліметтерге сәйкес өзінің эксплуатациялық параметрлерін және хаттамаларын динамикалық және дербес өзгерту қажет және бұл қойылған міндеттерге қол жеткізу мақсатында, нәтижелер алу арқасында оқып үйренеді. Пайдалану шарттары туралы бар білімін жинақтай алады, сондай-ақ, өзінің эксплуатациялық параметрлерін қоршаған ортада динамикалық немесе өзінше бейімделе алады, әрекетін және қолданылған моделдерді жадында сақтайды. CRS радиожүйесіз мақсатына жету үшін программаланатын параметрлеріне ие радиобайланыс технологиясын және басқа да технологияларды автоматты түрде жұмыс режимін құрастыру (баптау) үшін қолданылады. Когнитивті технологияны (когнитивті радиожүйе және когнитивті желі) енгізу радиожіілікті спектрді пайдалану тиімділігін арттыруға, ресурстарды басқаруды жақсартуға, желі сапасын жоғарылатуға, желіге қолжетімділігінің басқаруларындағы тиімділіктер және қызмет көрсетулердің жаңа түрлерінің пайда болуына әкелуде.

### **Әдебиеттер тізімі**

1. Отчет ITU (International Telecommunication Union)-R SM.2152 «Definitions of Software Defined Radio (SDR) and Cognitive Radio System (CRS)».
2. Виноградов Е.М. Современные направления повышения эффективности использования спектра и внедрения новых радиотехнологий // Информационные технологии и телекоммуникации. – 2016. Т. 4. №1. – С. 69.
3. Sungwook Kim. Adaptive cognitive radio energy-harvesting scheme using sequential game approach // EURASIP Journal on Wireless Communication and Networking. 17 January 2017.