**Дәріс № 10. IEEE 802.15.3 стандарттары. және IEEE 802.15.4., ZigBee, Z-wave, LORA**

Мақсаты: М2М кіру желілері ретінде пайдалануға болатын радио желілері туралы жалпы түсінік беру.

IEEE 802.15.3 стандарты бірнеше тәуелсіз құрылғылар бір-бірімен тікелей әрекеттесе алатын сымсыз желіні сипаттайды. Мұндай желінің өлшемдері, әдетте, 10 м – ден аспайды.оған қойылатын негізгі талаптар-деректерді берудің жоғары жылдамдығы, қарапайым Инфрақұрылым, қосылу мен желіге қосылудың жылдамдығы, деректерді қорғау құралдары және белгілі бір трафик түрлері үшін кепілдендірілген қызмет көрсету сапасын ұсыну. Мұндай жеке желілердің жұмысы үшін 2400...2483,5 МГц жиілік диапазоны бөлінген. Стандарт деректерді берудің бес рұқсат етілген жылдамдығын қарастырады. 22 Мбит/с жылдамдығы базалық болып табылады, оның IEEE 802.15.3 стандартының барлық құрылғыларын қолдауға міндетті.

IEEE 802.15.3 стандартында екі жиілік жоспары қарастырылған: 1) төрт жиілік каналын пайдаланатын абоненттік құрылғылардың жоғары тығыздық режимі; 2) орталық жиіліктері бар үш жиілік каналын пайдаланатын IEEE 802.11 b стандартының желісімен үйлесімділік режимі

екі жиілік жоспарын ескере отырып, жиілік арналарының жалпы саны беске тең, әр арнаның өткізу қабілеті 15 МГц-ке тең.

2009 жылы 57...66 ГГц диапазонында миллиметрлік радио толқындарын пайдаланатын IEEE 802.15.3 С жоғары жылдамдықты сымсыз дербес желілер стандартының жаңа нұсқасы шықты [10]. Бұл жиілік диапазонының ерекшелігі-атмосфералық газдар мен гидрометеорлардағы радио толқындарының қатты сөнуі, сондықтан оны тек қысқа қашықтықта, әдетте 10 м-ге дейін байланыс үшін пайдалануға болады.диапазонның басты артықшылығы-ультра кең қол жетімді жиілік диапазоны. Толқынның төмен ұзындығы антенна жүйелерінің өлшемдерін және соның салдарынан таратушы құрылғылардың өздерін айтарлықтай төмендетеді. Сондай-ақ, осы жиілік диапазонын пайдалану күшті әлсіреуге байланысты әртүрлі сигнал көздері арасындағы кедергі мәселесін жоюға және жиілікті қайта пайдалану мәселесін шешуге мүмкіндік береді. Сондықтан көптеген елдерде бұл ауқым лицензиясыз. Қазақстанда 58,25 ... 63,25 ГГц жиілік диапазоны тіркелген қызметтің радиоэлектрондық құралдарына бөлінген.

IEEE 802.15.3 с стандарты 5 Гбит/с дейінгі деректерді беру жылдамдығын қамтамасыз етеді, стандартқа таратқыштың бағыттылық диаграммасын (Beamforming) қалыптастыру режимінде жұмыс істеу мүмкіндігі қосылған. МАС деңгейінде байланыс жүйесінің тиімділігін арттыру үшін әр түрлі кіріс деректерін бірыңғай пакеттерге біріктіру мүмкіндігі пайда болды.

Физикалық деңгейде үш жұмыс режимі сипатталған:

- бір тасымалдаушыда беру режимі (Single Carrier, SC), энергия тұтынуды және жүйелердің күрделілігін азайту үшін оңтайландырылған;

-жоғары жылдамдықты интерфейс режимі (High-Speed Interface, HSI), ең аз кідірістермен екі бағытты байланысқа арналған;

- жоғары ажыратымдылықтағы бейне және аудио деректер ағындарын таратуға арналған аудио/видео режимі (аудио/видео, AV).

Жоғары жылдамдықты сымсыз дербес желілердің тағы бір бәсекелес стандарты-WHDI стандарты (сымсыз үй сандық интерфейсі

- сымсыз үйдегі сандық интерфейс). Стандартты израильдік Amimon компаниясы әзірледі және нарықта Hitachi, LG Electronics, Motorola, Samsung, Sharp және Sony сияқты тұтынушылық электроника өндірушілерін қамтитын WHDI консорциумы алға тартты.

WHDI желілері лицензияланбаған 5,1...5,9 ГГц жиілік диапазонында жұмыс істейді, сигнал беру ені 40 МГц арнада жүзеге асырылады. WHDI стандартты желілеріндегі 3 Гбит / с өткізу қабілеті жоғары ажыратымдылық пен дыбыстың сығылмаған бейне сигналын сымсыз беруді қамтамасыз етеді.

Төмен қуатты, төмен жылдамдықты сымсыз дербес желілер IEEE 802.15.4 стандартымен енгізілген. 2003 жылы бекітілген бұл стандарт максималды диапазоны 10-нан 100 м-ге дейін аз қуатты сымсыз желілерді құруға бағытталған.

деректерді беру жылдамдығы: 250, 100, 40 және 20 кбит/с - және лицензияланбаған үш радиожиілік диапазонында жұмыс істеуге мүмкіндік береді:

- 868,0 ... 868,6 МГц Еуропада қолданылады;

- 902 ... 928 МГц; Солтүстік Америкада қолданылады;

- 2400 ... 2483,5 МГц; Қазақстанды қоса алғанда, бүкіл әлемде қолданылады.

IEEE 802.15.4 стандартында сымсыз желі түйіндерінің екі түрі ерекшеленеді:

-rfd (Reduced-function Device) функциялары шектеулі, өзінің орналасу нүктесінің кейбір маңында ақпарат жинауды жүзеге асыратын құрылғылар;

-толық ffd (Full-Function Device) құрылғылары, олар деректер пакеттерін ретрансляциялаумен қатар ақпарат жинауды да орындайды.

IEEE 802.15.4 стандартты желілері тең құқылы (тең) құрылым бойынша да, "жұлдыз"топологиясы бойынша да құрылуы мүмкін. Әрбір желіде үйлестіруші ретінде жұмыс істеу үшін кем дегенде бір толық функционалды құрылғы болуы керек.

IEEE 802.15.4 стандарты жоғары деңгейлі хаттамалардың негізі болып табылады (ZigBee, 6lowpan, DigiMesh және т.б.).

ZigBee Технологиясы. 2004 жылы IEEE 802.15 стандарты негізінде Zigbee Альянсы ZigBee желілік және қолданбалы деңгейінің хаттамаларының сипаттамасын жасады. Zigbee альянсы экономиканың тұтынушылық және өнеркәсіптік секторы үшін стандарттарды, хаттамалар стектерін және қолданбалы профильдерді жылжыту үшін бірлесіп жұмыс істейтін 180-нен астам фирмаларды біріктіреді. Қолданбалы профильдер, атап айтқанда, ғимараттарды автоматтандыруға, өнеркәсіптік бақылауға, желдетуге және ауа баптауға, сенсорлармен жұмыс істеуге бағытталған. ZigBee сипаттамасы желінің құрылысын, қауіпсіздік мәселелерін, қолданбалы бағдарламалық жасақтаманы сипаттайды.

Zigbee желісінің құрылғылары кіріктірілген бағдарламалық жасақтаманың арқасында қуатты қосқан кезде бір-бірін табуға және желіні құруға қабілетті, ал кез-келген түйін істен шыққан жағдайда хабарлама жіберу үшін жаңа маршруттар орната алады.

ZigBee желісі логикалық құрылғылардың үш түрін қамтиды: ZigBee координаторы, Zigbee маршрутизаторы және Zigbee соңғы құрылғысы. Zigbee координаторының функциясына бос арнаны табу және желіні құру үшін жиілік арналарын сканерлеу, желі идентификаторын (PAN ID) қалыптастыру, жаңа Желілік құрылғыларды (маршрутизаторлар мен соңғы түйіндер) қосу, ұйықтап жатқан соңғы түйіндер үшін деректерді бағыттау және Буферлеу кіреді. Бір Zigbee желісінде тек бір үйлестіруші болуы керек. ZigBee маршрутизаторының функциясына пакеттерді қайта тарату, ұйықтап жатқан түйіндерге арналған деректерді бағыттау және Буферлеу кіреді. ZigBee соңғы түйіндері тек қолданбалы әрекеттерді орындайды (ақпаратты жинау және жойылған нысанды басқару) және деректерді қайта таратуды жүзеге асырмайды.

ZigBee хаттамаларын "нүкте-нүкте" және "Жұлдыз" қарапайым қосылыстарын жүзеге асыру үшін де, "ағаш" және "тор" топологиялары бар күрделі желілерді құру үшін де қолдануға болады.

Zigbee желісінің радио сигналының сенімді берілу диапазоны көптеген параметрлерге байланысты (ең алдымен қабылдағыштың сезімталдығы мен таратқыштың қуаты), бірақ орташа алғанда, ашық кеңістіктегі Zigbee желісінің түйіндері арасындағы қашықтық жүздеген, ал жабық жерде-ондаған метр

Кез келген топологиядағы ZigBee желісінде жұмыс істейтін барлық құрылғылар дербес желі (Personal Area Networks, PAN) ішінде тікелей байланыс үшін пайдаланылуы мүмкін бірегей 16 - немесе 64-биттік мекенжайлармен жабдықталған. Құрылғыларға бірегей мекенжайларды тағайындауды оның Ұйымы жанындағы желінің бірыңғай үйлестірушісі жүзеге асырады.

ZigBee технологиясы бір желіде бір-бірімен байланысты емес көптеген қолданбалы мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Деректер пакеттерін олар үшін жасалған әртүрлі қосымшаларға бөлу мүмкіндігі үшін 8 биттік Endpoint id қолданба идентификаторлары қолданылады.

Әр түрлі өндірушілердің құрылғыларының толық үйлесімділігін және олардың бірыңғай таратылған қосымшадағы өзара іс-қимылын қамтамасыз ету үшін

Zigbee технологиясы 16 биттік идентификаторды қолдана отырып, деректер пакеттерінде ерекшеленетін профильдер ұғымын қолданады. Профильде бірқатар техникалық параметрлер, деректер құрылымы туралы келісімдер және олардың өнімдері осы профильге сәйкес келуі үшін өндірушілер ұстануға тиісті хабарлама форматтары сипатталған. ZigBee альянсы жариялаған қолданба профильдерінің қазіргі тізіміне мыналар кіреді: үйді автоматтандыру, коммерциялық ғимараттарды автоматтандыру, бөлшек сауда,

"ақылды" энергия желілері, телекоммуникациялық қызметтер, денсаулық сақтау, қашықтықтан басқару, ақпаратты енгізу құрылғылары, жарықтандыруды басқару құрылғылары.

Z-Wave технологиясы аймаққа байланысты әр түрлі болатын 1 ГГц-тен төмен лицензияланбаған жиіліктерді қолданады. АҚШ — та 908,42 МГц жиілігі пайдаланылады, Еуропада-868,42 МГц, Ресейде Z-Wave технологиясы үшін ГКРЧ № 08-24-01-001 28.04.2008 ж.шешіміне сәйкес 868,7...869,2 МГц жиілік диапазоны бөлінген.

Z-wave желісіндегі деректерді беру жылдамдығы пайдаланылатын жабдыққа байланысты және 100 кбит/с жетуі мүмкін. Деректерді ағынмен жіберу үшін Z-Wave технологиясы қолайлы емес. Z-Wave тікелей өзара әрекеттесетін екі құрылғы арасындағы байланыстың шекті диапазоны 10-нан 30 м-ге дейін (қоршаған ортаға байланысты).

Z-Wave технологиясында пакеттің жеткізілуін растау функциясы бар-егер команда алушыға жетпесе, онда құрылғы қайта жіберіледі.