**Дәріс № 8. NB-IoT технологиясын пайдалану ерекшеліктері, радиожиілік спектрін пайдалану жөніндегі халықаралық ұйымдардың жоспарлары**

Мақсаты: NB-IoT технологиясының ерекшеліктерін және радиожиілік спектрін қолдануды зерттеу.

Қолданыстағы пайдалану жағдайлары (бизнес жағдайлары) дәстүрлі түрде NB-IoT технологиясын қолданудың екі сегментіне арналған. Бұл, ең алдымен, IoT/M2M нарығының өнеркәсіптік сегменті және тұтынушылық сегменті, оны тағы төртке бөлуге болады [19-20]: тұрмыстық IoT құрылғылары( IoT құрылғысы); жеке IoT құрылғылары( IoT жеке); қоғамдық (қоғамдық) қажеттіліктерге арналған IoT шешімдері( IoT Қоғамдық); IoT өнеркәсіптік шешімдері (IoT Индустриясы).

NB-IoT технологиясын қолдану үшін мынадай бизнес-сегменттер неғұрлым сұранысқа ие болады: электрондық денсаулық / E-Health; бөлшек сауда; қауіпсіздік және күзет; Автомобильдер және логистикалық тасымалдар;

энергетика және ТКШ; өнеркәсіптік өндіріс; ақылды қала; ақылды үй және басқалар.

Техникалық сипаттамаларға сүйене отырып, NB-IoT абоненттік құрылғыларының жабыны 144 дБ (TR 45.820) GPRS радио желісінің бюджетімен салыстырғанда 164 дБ-ге тең және LTE радио желісінің бюджеті 142.7 дБ (TR 36.888) болады. Осылайша, NB-IoT технологиясы жақсартылған қамтуға ие болады (20 дБ радио желісінің бюджеті GPRS және LTE стандарттарының ұялы желілеріне ұқсас бюджеттен асады).

Жақсартылған жабыннан басқа, NB-IoT абоненттік құрылғыларына арналған LTE базалық станциясы осы құрылғылардың төмен жылдамдығына байланысты айтарлықтай үлкен болады. Neul және Huawei компанияларының, сондай-ақ серіктес жобасының есептері бойынша 3GPP [6] 1 км әрекет ету радиусы бар LTE бір макробаз станциясы 50 мыңнан астам NB-IoT абоненттік құрылғыларына қызмет көрсете алады. Мұндай базалық станцияның сыйымдылығы бір шаршы шақырымға шамамен 1500 үй бар, олардың әрқайсысында 40 IoT құрылғысы болатын тығыз қалалық жағдайда тұтынушыларға қызмет көрсету үшін жеткілікті болады. Алайда, қызмет көрсетілетін абоненттік құрылғылардың осындай көп саны деп бір мезгілде қызмет көрсетілетін құрылғылар емес, әрбір құрылғы 100 байт ақпарат берген жағдайда, базалық станция бір сағат ішінде 180 кГц бір арнада қызмет көрсететін абоненттік құрылғылардың саны түсініледі. Кәрездегі қызмет көрсетілетін абоненттік құрылғылар санының кәрез радиусына, ғимараттарға кірудің қосымша ысыраптарының әртүрлі деңгейлері үшін тәуелділігі 7.7-суретте көрсетілген. Бұл ретте ғимараттарға кірудің 40 дБ дейін жоғары жоғалуы жағдайында да 1 км әрекет ету радиусы бар LTE бір базалық станциясы сағатына 45 мың IoT абоненттік құрылғысына қызмет көрсете алады.

NB-IoT абоненттік құрылғыларының әдеттегі GSM/UMTS/LTE мобильді құрылғыларымен салыстырғанда тағы бір маңызды артықшылығы батареяның қызмет ету мерзімі едәуір ұзағырақ болады. 3GPP мәліметтері бойынша, NB-IoT абоненттік құрылғыларының батареядан автономды жұмыс істеу мерзімі 2500 мАч болатын, мінсіз теориялық жағдайда 36 жылға жетеді. Бұл көрсеткіш NB-IoT абоненттік құрылғысы тәулігіне бір рет 50 Байттан аспайтын деректерді беру үшін байланысқа шығатын болса, ал базалық станцияның антеннасы мен IoT-құрылғының антеннасы арасындағы сигналдың әлсіреуі 144 дБ аспайтын жағдайда есептелген. NB - IoT құрылғысымен деректерді әр екі сағат сайын 200 байтқа дейін жиі беру кезінде және радиоарнадағы сигнал 164 дБ-ға дейін күшті әлсіреген кезде NB-IoT абоненттік құрылғыларының автономды жұмыс істеу мерзімі 2 жылдан кем болады. Орташа алғанда, NB-IoT модульдері шамамен 10 жыл бойы бір батареядан өздігінен жұмыс істей алады.

Айта кету керек, бұл есептеулерде аккумуляторлық батареялардың өзін-өзі зарядтау әсері ескерілмейді, бұл айтарлықтай

IoT құрылғысының батареяның қызмет ету мерзімін азайтыңыз. Өзін-өзі зарядтау коэффициенті төмен батареялардың құны IoT құрылғысының өзіндік құнынан бірнеше есе көп болуы мүмкін.

Жақсартылған (кеңейтілген) қамту аймағы бойынша NB-IoT технологиясына қойылатын талаптарды ескере отырып, 700, 800 және 900 МГц жиілік жолақтарында NB-IoT технологиясы бар желілерді өрістету IoT/М2М-қосымшалар үшін спектрді пайдаланудың негізгі стратегиясы болып табылады, өйткені бұл диапазондарда халықаралық, аймақтық және жергілікті деңгейде спектрді пайдаланудың жеткілікті дамыған реттеуші базасы бар. спектрді басқарудың ұлттық деңгейлері.

Осы диапазондарда NB-IoT технологиясын енгізуді жеделдететін екінші фактор IoT/M2M кіру желілері операторларының спектрін пайдалануға лицензиялардың (рұқсаттардың) болуы болады. GSM-900 немесе LTE-800/700 диапазондарында жұмыс істейтін ұялы байланыс операторлары үшін NB-IoT технологиясына негізделген жабдықты тез орналастыру үшін салыстырмалы түрде аз қаражат қажет.

694-790 МГц жолағындағы LTE желілері үшін 3GPP арнайы жиілік диапазондары 1036-4G мобильді сымсыз қол жеткізу желілерін дамыту үшін ХЭО-P M. 4 ұсыныстарында анықталған диапазондар санына кіреді.

694-790 МГц жолағындағы жиілік арналарының үйлесімді таратылуы (FDD 2x30 МГц) жиілік жолақтарын жұптасып пайдалану үшін және 738-758 МГц жиілік жолақтарын 5 МГц-тен төрт блокқа дейін LTE желілеріндегі қосымша арналарды қолдау режимі (SDL) үшін ECC/DEC/(15)01 шешімімен анықталған.

ЕСС СЕРТ комитеті 733-736/788-791 МГц диапазонындағы "машина - машина" (M2M) радиоқолжетімділік желілерін 733-736 / 788-791 МГц диапазонында және көршілес жолақтардағы басқа радиоқызметтерде бірлесіп пайдалануды талдауды қамтитын "733-736 / 788-791 МГц диапазонындағы тар жолақты М2М-қосымшалар үшін үйлесімділік пен бірлесіп пайдалануды зерттеу" ЕСС 242 есебін дайындады.

Ұлттық спектр қажеттіліктерін қанағаттандыру мақсатында есепте 700 МГц жиілік диапазонындағы pmse (Programme Making and Special Events), ppdr құтқару қызметтері (public Protection and Disaster Relief) және M2M кіру желілері, сондай-ақ LTE (в28 және В20 диапазондары) желілері спектрді бөлісудің балама нұсқалары ұсынылған.

Сонымен қатар, ecc 242 есебінде спектрді қолдану туралы келесі тұжырымдар жасалды:

790-862 МГц сандық дивиденд жолағын және жиілік жоспарын пайдалану ерекшеліктері 2009 жылғы 30 қазандағы ECC/DEC/(09)03 шешімімен анықталған.:

- абоненттік терминалдардың (АТ) цифрлық ТВ РЭҚ әсерін төмендету үшін FDD инверсиялық режимі (беру және қабылдау жолақтарын кері пайдалану) ;

- FDD және TDD режимдерін бөлу және әртүрлі жиілік жоспарларын пайдалану талаптары;

- LTE үшін жиілік блоктарының мөлшерін анықтау қажеттілігі;

- жоспардағы жиілік торының қадамын анықтау қажеттілігі (1 МГц немесе 2 МГц);

- FDD қорғаныс жолағын енгізу (дуплексті жолақтар арасында) - 10 МГц-тен астам (12 МГц-тен жақсы);

- DL-UL арналарын ажырату үшін қосымша сүзгілеуді қолдану (дуплексті жолақтардың жақындығына байланысты қуат ағынын жою).

Осы ECC шешіміне сәйкес, 2x30 МГц екі жолақты, ені 5 МГц жиілік блоктарын (арналарын) пайдалануға негізделген 11 МГц дуплексті айырмашылықпен үйлесімді еуропалық арналарды тарату болып табылады. 790...862 МГц жиілік диапазонын пайдаланудың еуропалық тәсілі, ХЭО-Р жорығы сияқты, FDD жиілік дуплексіне негізделген жиілік жолақтарын жұптасып пайдалануға және дуплексті жолақтарды пайдаланудың кері принципіне, сондай-ақ ені 1 МГц (790-791 МГц) қорғаныс аралығының болуына негізделген.

FDD режимі үшін төмен сызықта LTE қолданатын жиілік диапазоны жоғары сызық жолағынан төмен және 791 МГц жиіліктен басталады, ал FDD жолағы сәйкесінше 832 МГц жоғары сызықтан басталады.

Электрондық коммуникациялар жөніндегі Комитет (ЕСС) СЕРТ 2016 жылы РТ1 жұмыс тобында "мобильді желілер арқылы М2М" жаңа зерттеу мәселесін ашты, оның шеңберінде NB-IoT және М2М мүдделерінде LTE желілерінде пайдалану үшін 3GPP спецификацияланған 9 жиілік диапазонын пайдалану қаралуы тиіс: 700 МГц, 800 МГц, 900 МГц, 1800 МГц, 2100 МГц, 2300 МГц, 2600 МГц, 3400-3600 МГц және 3600-3800 МГц [10],

бұл NB - IoT технологиясын қолдану аясын едәуір кеңейте алады.

Осылайша, тауарлар интернеті үшін деректерді тар жолақты беру технологиясымен (NB-IoT) LTE Advanced желілерінің нарықта пайда болуы UNB, LoRa, LPWAN және лицензияланбаған жиілік диапазондарын қолданатын басқа технологияларға қатысты заттар интернетінің сымсыз технологиялары нарығында бәсекелестікті едәуір арттырады.

NB-IoT технологиясы жылдамдықтың, жаппай өндірістің және соның салдарынан арзандықтың бірқатар артықшылықтарына ие болады. NB-IoT үшін 4G ұялы байланыс операторлары үшін игерілген лицензияланған жиілік диапазондарын, сондай-ақ қазірдің өзінде орналастырылған желілік жабдықты пайдалану мүмкіндігі ұялы байланыс операторларының бизнес құрылымында IoT секторының қарқынды дамуына әкеледі. Қазақстандық нарықта NB-IoT технологиясын енгізу үшін жақын арада радиожиілік спектрін пайдаланудың нормативтік-құқықтық базасына, сондай-ақ ортақ пайдаланылатын байланыс желілерінде Жаңа жабдықты қолдану қағидаларына өзгерістер енгізу талап етіледі