

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Бақберген Нұрахмет Маратұлы

Сымсыз байланыс тиімділігін арттыру

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B06201 – Телекоммуникациялар мамандығы

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Электроника, телекоммуникация
және ғарыштық технологиялар
кафедрасының меңгерушісі,
техн.ғыл.кандидаты


Е. Гаиптай
2023 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Сымсыз байланыс тиімділігін арттыру

6B06201 – Телекоммуникациялар мамандығы

Орындаған:

Баят


Н.Бақберген

Рецензент

“Корпорация Сайман”
ЖШС өндіріс бойынша
директордың орынбасары
Ә.Алиев

«01» Корпорация Сайман 06 2023 ж.

Ғылыми жетекші
техн.ғыл.канд., аға
оқытушы


М.М.Ермекбаев
«05» 05 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

6B06201 – Телекоммуникациялар



Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы *Бақберген Нұрахмет Маратұлы*

Тақырыбы «Сымсыз байланыс тиімділігін арттыру».

Университет ректорының «23» қараша 2022 ж. № 408П/Ө бұйрығымен
бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «24» мамыр 2023 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

- 1) IEEE 802.11 сымсыз жергілікті желілердің стандарттары;
- 2) Wi-Fi желілері, стандарттары;
- 3) Транзиттік арналар саны – 4;
- 4) Сымсыз құрылғылар.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Жеткізу нүктесі, радиомаршрутизаторлар;
- ә) Абоненттік жүктеме санын есептеу мен құрылғыларын талдау;
- б) Сымсыз байланыс жолдарын есептеу.
- в) Кең жолақты сымсыз желіні есептеу, қамту аймағын есептеу;
- г) Қашықтағы мекемені қосу үлгісін жасау.

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды көрсете отырып):

Жұмыс презентациясы слайдтарда көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 14 атаулардан тұрады.

1 Смирнова Е.В., Пролетарский Е.А., Ромашкина Е.А., Балюк С.А.,
Суоров А.М. «Технологии современных беспроводных сетей Wi-Fi». М.МГТУ,
2017 г.

дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

| Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі | Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі | Ескерту |
|---|--|----------------|
| 1 - бөлім | 1.02.2023 - 21.02.2023 | <i>орындау</i> |
| 2 - бөлім | 21.02.2023 - 01.03.2023 | <i>орындау</i> |
| 3 - бөлім | 01.03.2023 - 14.05.2023 | <i>орындау</i> |

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған

қолтаңбалары

| Бөлімдер атауы | Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы) | Қол қойылған күні | Қолы |
|---|--|-------------------------|------------------|
| Диплом жұмысының тақырыбын талдау | Техн.ғыл.канд., ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы Ермекбаев М.М. | <i>25.05.23</i> | <i>Ермекбаев</i> |
| Теориялық ақпарат | Техн.ғыл.канд., ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы Ермекбаев М.М. | <i>25.05.23</i> | <i>Ермекбаев</i> |
| Норма бақылау | Техн.ғыл.магистры, ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы Досбаев Ж.М. | <i>25.05.23</i> | <i>Досбаев</i> |

Ғылыми жетекшісі *Ермекбаев* М.М.Ермекбаев
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы *Бақыс* Н.Бақберген

Күні “*25*” *05* 2023 ж.

АНДАТПА

Бұл жұмыста ұялы байланыс жүйелерінің жағдайы және даму перспективалары, бірінші буын 1G, екінші буын 2G, үшінші буын 3G, төртінші буын 4G даму жолдары көрсетілген.

WCDMA кіру арналарын ұйымдастыру, радиоарнадағы сигналдарды реттеу, Ұялы байланыс жүйесінің тиімділігін арттыру әдістері келтірілген.

BTS3202B Pico базалық станциясының жұмысы суреттелген, WCDMA радиобайланыс бюджеті есептелген.

АННОТАЦИЯ

В данной работе отражены состояние и перспективы развития мобильных систем связи, пути развития 1G первого поколения, 2G второго поколения, 3G третьего поколения, 4G четвертого поколения.

Приведены методы организации каналов доступа WCDMA, регулирования сигналов на радиоканале, повышения эффективности системы сотовой связи.

Иллюстрирована работа базовой станции Bts3202b Pico, рассчитан бюджет радиосвязи WCDMA.

ANNOTATION

This paper reflects the state and prospects for the development of mobile communication systems, the ways of development of the first generation 1g, the second generation 2g, the third generation 3g, and the fourth generation 4g.

Methods for organizing WCDMA access channels, regulating signals on the radio channel, increasing the efficiency of the mobile communication system are given.

The operation of the Bts3202b Pico base station is illustrated, the WCDMA radio communications budget is calculated.

МАЗМҰНЫ

| | |
|--|----|
| Кіріспе | 10 |
| 1 Ұялы байланыс жүйелерінің жағдайы және даму перспективалары | 11 |
| 1.1 Бірінші буын 1G | 13 |
| 1.2 Екінші буын 2G | 13 |
| 1.3 Үшінші буын 3G | 14 |
| 1.4 Төртінші буын 4G | 15 |
| 2 WCDMA кіру арналарын ұйымдастыру | 19 |
| 2.1 CDMA кодты бөлу көп қол жеткізу | 19 |
| 2.2 CDMA стандартында арналарды ұйымдастыру | 21 |
| 2.3 Радиоарнадағы сигналдарды реттеу | 23 |
| 2.4 Көлеңке әсері | 30 |
| 3 Ұялы байланыс жүйесінің тиімділігін арттыру әдістері | 32 |
| 3.1 G-Rake қабылдағыш | 33 |
| 3.2 Әртүрлілікті қабылдау | 35 |
| 3.3 Pico базалық станциясы BTS3202B | 39 |
| 3.4 BTS3902E микро базалық станция | 41 |
| 4 WCDMA радиобайланыс бюджетін есептеу | 44 |
| 4.1 WCDMA қабылдағыш сезімталдығын есептеу | 44 |
| 4.2 WCDMA желісінің максималды рұқсат етілген жоғалуын есептеу | 45 |
| 4.3 WCDMA жоғары байланысын (UL) есептеу | 47 |
| 4.4 WCDMA төмен байланысын (DL) есептеу | 50 |
| 4.5 Қажетті қабылданған сигнал қуатын анықтау | 51 |
| Қорытынды | 50 |
| Пайдаланылған әдебиеттер тізімі | 51 |

КІРІСПЕ

Ұялы байланыс технологиясының қарқынды дамуы ұялы телефонды пайдаланушылар санының күрт өсуіне ықпал етеді. Бұл өсу радио желісінің қамту сапасына бұрынғыдан да жоғары талаптарды тудырады. Сонымен қатар, желінің қамту көлемі ұлғайған сайын, операторлар жылдам өсіп келе жатқан трафик көлемін қанағаттандыру үшін желі сыйымдылығын арттыруы керек.

Халық тығыз орналасқан аймақтарда желі абоненттерінің көбеюі кедергілердің ұлғаюына және желінің өткізу қабілетінің төмендеуіне көп әсер етеді. Бұл мәселелерді шешу үшін операторларға икемді базалық станцияны орналастыру арқылы дәл және арзан желінің қамтуы қажет [1].

Нарық қаныққан сайын жету қиын және халық тығыз орналасқан аудандарда желінің қамту мәселесі өзекті болып отыр. Ең соңғы қамту жүйелері мен шешімдері айтарлықтай қосымша табыс береді. Радио желісін сапалы қамту жаңа абоненттерді тартуға көмектеседі, абоненттердің кетуін азайтады. Бұл фактордың маңыздылығы деректердің жоғары жылдамдықпен тасымалдаудың жаңа технологияларының, сондай-ақ 3G қызметтерінің пайда болуымен артады [2].

Сөзсіз, ұялы байланыс бүгінгі күні телекоммуникация саласының ең қуатты қозғаушы күштерінің бірі болып табылады. Бүгінгі таңда тіркелген желілерге тән өткізу қабілеттілігінің өсуі жер үсті және спутниктік ұялы байланыс жүйелерін дамытудың қажетті шартына айналады. Дамыған және кейбір дамушы елдерде ұялы байланыс желілерінің сыйымдылығы тіркелген желілерден асып түсті, ал ұялы телефонның тығыздығы (100 тұрғынға шаққандағы ұялы телефондар саны) 100%-дан асады [3].

Белсенді даму кезеңінде тұрған қазіргі қазақстандық сымсыз телекоммуникация нарығында байланыс операторлары арасында қызу бәсекелестік жүріп жатыр. Тұтынушыларды тарту және ұстап қалу процесі күн сайын күрделене түсуде, тұтынушылардың байланыс қызметтерінің сапасына қойылатын талаптары сараланып, қатал бола бастады. Қазіргі жағдайда тарифтік ынталандырудан басқа операторларға ұсынылатын қызметтердің мазмұнын белсенді түрде дамытуға тура келеді, ал бәсекелестік қызмет көрсету сапасы деңгейінде қалыптасып отыр [4].

Бұл жұмыстың мақсаты – мультимедиялық ұялы байланыс қызметтерін пайдалану мүмкіндігі үшін қаланың халық көп шоғырланған жерлеріндегі радиожелілік қамту сапасын талдау. Эксперимент Huawei жабдығы — Atom Cell микро базалық станциясы (BTS3902E) арқылы жүргізілді.

Байланыс операторларының көптеген талаптарына жауап ретінде үздіксіз инновация философиясына сүйене отырып, Huawei телекоммуникация саласына BTS3902E WCDMA шағын базалық станциясын ұсынды.

1 Ұялы байланыс жүйелерінің жағдайы және даму перспективалары

Ұялы ұялы байланыс жүйелері әдетте бірнеше ұрпаққа бөлінеді. Бірінші буын, әдетте, ұлттық шекараларда жұмыс істейтін аналогтық жүйелерге жатады. Жер шарының жекелеген аймақтарын қамтитын цифрлық жүйелер екінші буын жүйелерінің класын құрайды. Үшінші буын жүйелері — бұл ғаламдық ауқымда жұмыс істейтін және тұтынушыларға заманауи қызметтердің кең спектрін ұсынатын әмбебап цифрлық жүйелер. Мобильді байланыстың төртінші буынына келетін болсақ, бұл 3G-нің эволюциялық дамуы болмақ. 4G инфрақұрылымы Интернетке оңай және өте жылдам қол жеткізуді қамтамасыз ететін IP протоколына (Internet Protocol) негізделеді.

Қазіргі кезең екінші буынды жүйелердің барлық жерде таралуымен, үшінші буын жүйелерінің толық дерлік қамтылуымен және төртінші буын желілерінің бірінші фрагменттерінің құрылуымен сипатталады.

Жер шарында орналастырылған және жұмыс істейтін сандық желілердің төрт түрі бар: GSM, DAMPS (IS-54 және IS-136), PDC (Жапония) және CDMA (IS-95). 2008 жылдың маусым айының соңындағы жағдай бойынша GSM желілері жалпы саны 183,3 миллион абоненті бар 120 елде жұмыс істейді; ай сайынғы өсім 7,6 млн жазылушыны құрады. IS-54 және IS-136 екі түрлі DAMPS желілері жалпы саны 24,3 миллион абоненті бар 34 елде құрылды; ай сайынғы өсім 1,4 миллион жазылушыны құрады. Жапония жалпы саны 42,3 миллион жазылушысы бар PDC желілерін орналастырды. CDMA (IS-95) желілері барлығы 12 елде құрылды. 31,5 миллион жазылушы; ай сайынғы өсім 1,5 миллион жазылушыны құрады.

Әлемдегі ұялы байланыс қызметтеріне деген үлкен сұраныс және бірнеше Мбит/с жылдамдықпен сенімді байланысты қамтамасыз ететін радиотарату технологиясының әсерлі жетістіктері үшінші буын жүйелерінің жетілдірілуіне және төртінші буын жүйелерінің құрылуына әкелді.

Жаңа технологиялар және бірінші кезекте интернет кеңінен енгізілді. Бүгінгі таңда ең үлкен инвестиция IP технологиясы негізіндегі желілерге салынады. Болжамдық бағалаулар 5 жылдан кейін барлық халықаралық трафиктің 80%-ы тіркелген және ұялы байланыс желілері арқылы пакеттік коммутация арқылы тасымалданатынын көрсетеді.

Осы нарықтардағы бәсекелестікті мүмкін еткен ұлттық телекоммуникация нарықтарының көпшілігін ырықтандыру, сондай-ақ Интернетке қол жеткізу қызметтерін дамытудың жарылыс сипаты жаһандық желілерде айналатын деректер көлемінің күрт өсуіне әкелді және операторларды қайта қарауға мәжбүр етті. беру жүйелеріне қатысты олардың даму стратегиясының негізі.

Жоғарыда аталған екі фактор бірге жана құбылыстың — желілер мен қызметтердің конвергенциясының пайда болуына әкелді. Конвергенция — көп мәнді ұғым. Ол бір тұтас және көптеген әртүрлі желілерге біріктіруді қамтиды - жалпыға ортақ телефон желісі, деректер желілері, хабар тарату және

теледидар тарату желілері, желілер Интернет және корпоративтік желілер - және көптеген әртүрлі қызметтер, соның ішінде байланыс қызметтері және мультимедиялық түрдегі еркін комбинациялардағы ақпараттық қызметтер. Ұялы мобильді қызметтерді, пейджингті (SMS қызметтеріне негізделген) және транкингтік радиобайланысты біріктіру тенденциялары бар.

Барлық елдерде конвергенция процесі бірінші кезекте өз желілерінде пакеттік коммутациялы ақпаратты беру режимін енгізуге қабілетті ірі операторлық компанияларға әсер етуі тиіс. Бұл пайдаланушыларға дәстүрлі тізбекті коммутация инфрақұрылымы бар операторлар үшін қол жетімді емес көптеген қосымша қызметтер мен қосымшаларды ұсынуға мүмкіндік береді.

2000 жылдың мамырында ХЭО Радиобайланыс Ассамблеясы IMT-2000 ұялы байланыс жүйесінің үшінші буынының радиоинтерфейстерінің егжей-тегжейлі спецификациясы бойынша Ұсынысты мақұлдады. Жер үсті желілерін құру үшін радиоинтерфейстердің бес түрін пайдалану ұсынылады:

- IMT-DS (Direct Spread, WCDMA/UTRA FDD);
- IMT-MC (Multi Carrier, cdma2000);
- TC (Time-Code, UTRA TDD/TD-SCDMA);
- SC (Single Carrier, UWC-136); FT (Жиілік-уақыт, DECT).

Осы радиоинтерфейстердің әрқайсысы үшінші буынның екі негізгі негізгі желілерімен — GSM MAP және ANSI-41, сондай-ақ Internet Protocol (IP) арқылы кеңейтілген пакеттік коммутацияланған ядролық желілермен жұмыс істеу мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Әлемде ұялы мобильді желілердің абоненттерінің саны орасан зор мәндерге жетеді деп күтілуде. Бұл көрсеткішке келесі шарттарда қол жеткізуге болады:

- бәсекеге қабілеттілік үшін барынша қолайлы жағдай жасау ұялы мобильді байланыс қызметтері нарығындағы операторлар қызметінің шарттарының теңдігі негізінде, атап айтқанда, ашық және тұрақты лицензиялаусаясатын қалыптастыру арқылы ортаны;
- операторларды ынталандыру бойынша шаралар жүйесін әзірлеу жалпы халыққа назар аудару;
- желілерді жылдам орналастыруға кедергі келтіретін кедергілерді жою ұялы мобильді байланысты, атап айтқанда, байланыс объектілерін салуды бастауға және пайдалануға беруге және жиіліктерді пайдалануға рұқсат алу рәсімдерін жеңілдету және жеделдету арқылы.

Бүгінгі таңда GPRS (General Packet Radio Service) технологиясын және EDGE Compact деп аталатын спектрлік тиімді EDGE (Global Evolution үшін жақсартылған деректер жылдамдығы) технологиясын пайдалану белсенді түрде қолданылуда, ол деректерді беру жылдамдығын 384 кбит/с дейін қолдайды. ең аз жиілік диапазонын (600 кГц) алып, қорғаныс жолақтарын қосады.

1.1 Бірінші буын 1G

Стандарттардың бірінші буынының ең танымалы NMT (Nordic Mobile Telephone System) болып табылады. Оның соңғы сипаттамаларын 1978 жылы бес Скандинавия елі (Дания, Финляндия, Исландия, Норвегия және Швеция) қабылдады. 1G буыны аналогтық ұялы байланыс стандарттарының жиынтығы болды.

NMT стандарты әрқайсысы 25 кГц 180 байланыс арнасын пайдалана отырып, 453,0-457,5 МГц жиілік диапазонында жұмыс істейді. Бір базалық станцияның диапазоны олардың әрқайсысына түсетін жүктемеге байланысты 5-25 км-ге жетеді.

1983 жылы 900 МГц жиілікте жұмыс істейтін NMT-900 (бірінші шартты түрде NMT-450 деп аталды) жаңартылған нұсқасы жасалды. Жаңартылған стандартты шығару телефон аппараттарының көлемін азайтуға, сонымен қатар бірнеше жаңа қызметтерді қосуға мүмкіндік берді.

Алайда, біраз уақыттан кейін NMT фонға түсіп, прогрессивті цифрлық стандарттарға жол берді. Ұялы байланыстың бірінші буыны олармен бәсекелесе алмайтыны әбден заңды. Аналогтық сымсыз байланыстың сапасы жалпы алғанда қанағаттанарлық болса да, сөйлесуді оңай ұстап алуға және шифрын шешуге болады.

1.2 Екінші буын 2G

Ақпаратты (атап айтқанда, дауысты) тасымалдауға принципті жаңа көзқарас ұялы байланыстың екінші буынымен ерекшеленді. Бұл жолы ол сандық стандарттарға негізделді, олардың төртеуі бар. GSM және CDMA ең көп қолданылады. Олардың біріншісі NMT-ны ауыстырды және бүгінгі күнге дейін қолданылады.

CDMA-ға келетін болсақ, оны QUALCOMM әзірлеген және оны коммерциялық пайдалану 1995 жылы басталды (GSM - 1991 ж.). CDMA негізгі бәсекелесі GSM-тен бірнеше жыл кейін енгізілгеніне қарамастан, оның бірқатар артықшылықтары бар. Ең алдымен, бұл деректерді беру жылдамдығына қатысты. Егер GSM шегі 9,6 кбит/с аспаса, онда CDMA 1,23 Мбит/с дейін деректерді беру жылдамдығына ие.

Тағы бір маңызды айырмашылық - тарату спектрін пайдалану. Жабдық үшін мұндай сигнал әдеттегі шу деңгейінен сәл көтерілу сияқты болады. Осыған байланысты анықтау және анықтау өте қиын. Ұқсас әдіс әскери мақсатта да қолданылады, сондықтан CDMA телефонымен сөйлескен кезде кездейсоқ тыңдаудан сенімді қорғанысқа сенімді бола аласыз.

Ұялы байланыстың үшінші буынының дамуы GSM коммерциялық қолданыла бастағаннан кейін бірден басталғанына қарамастан, бүгінгі күнге дейін оның өте шектеулі мүмкіндіктері бар.

Тарату. Оның орнына GPRS стандарты ретінде енгізілген 2,5G аралық буыны дерлік жалпыға қолжетімді.

GPRS стандарты деректерді беру үшін GSM базалық станцияларын пайдаланады, бұл оның орындалуын өте қарапайым етеді. Сонымен қатар, ол пакеттік деректер алмасу үшін конфигурацияланған, ол ең алдымен Интернетке қол жеткізуге жарамды, сонымен қатар желіге үнемі қосылуға және бір уақытта қалыпты арналар арқылы қоңырауларды қабылдауға мүмкіндік береді (қоңырау шалған кезде, GPRS қосылымы уақытша тоқтатылды, бірақ үзілмейді).

Жалпы, GPRS «мобильді интернет» тұжырымдамасын жүзеге асыру мақсатында құрылған. Ұялы желілерден Дүниежүзілік желіге және әртүрлі корпоративтік желілерге кіру қажеттілігі бұрыннан бар. Мәселен, мысалы, кез келген компанияның қызметкері, қажет болған жағдайда, GPRS қызметін қолдайтын ноутбук пен ұялы телефон арқылы (бүгінгі таңда көптеген құрылғылармен жабдықталған) өз кәсіпорнының желісіне шұғыл қосыла алады.

Дегенмен, GPRS пайдалану кезінде деректерді беру жылдамдығы көп нәрсені қаламайды. Ресми түрде оның максималды шегі - 115 кбит/с. Алайда, іс жүзінде ақпарат 40-50 кбит/с жылдамдықтан жылдам алмасады, бұл теориялық максимумның жартысы. Бүгінгі стандарттар бойынша бұл өткізу қабілеттілігі Интернетте ыңғайлы шарлау үшін жеткіліксіз. Тек бұл мәселені өткізу арналары әлдеқайда кеңірек үшінші буын стандарттары шешуі керек.

1.3 Үшінші буын 3G

Үш негізгі 3G стандарты бар: UMTS (әмбебап мобильді телекоммуникация қызметі), CDMA2000 және WCDMA (кең жолақты CDMA). Олардың барлығы деректерді пакеттік тасымалдауға және сәйкесінше цифрлық компьютерлік желілермен, соның ішінде Интернетпен жұмыс істеу үшін конфигурацияланған.

Стандарттардың үшінші буынындағы деректерді беру жылдамдығы 2,4 Мбит/с жетуі мүмкін. Бұл дыбыс сапасын жақсартады, сонымен қатар бейне қоңырау сияқты қызметті қосады. Мобильді интернет енді қол жетімді және жылдамырақ болады.

Сонымен қатар, қажет болған жағдайда, 3G желісін бұрын орналастырылған GSM немесе басқа екінші буын стандартында қабаттастыруға болады. Бұл осы стандарттар бойынша әртүрлі радио желілерін пайдаланудың арқасында мүмкін болады. Нәтижесінде ұялы байланыс операторы қажеттілікке қарай жаңа қызметтерді қоса алады. Бүгінгі таңда барлық телефондар екі стандартты болғандықтан (яғни олар 2G және 3G-де де жұмыс істей алады), пайдаланушыларда таңдау мәселесі болмайды.

Кейбір елдердің 3G-ге толықтай дерлік көшкенін (атап айтқанда, мұндай ұялы байланыс желісінің 98% абоненттері бар Жапония) және 4G-ді

кеңінен енгізуден әлі де алыс екенін ескерсек, деректер желісіне қол жеткізу жылдамдығын арттыру үшін HSDPA (HighSpeed Downlink Packet Access) ресми атауын алған 3.5G буын стандарты әзірленді.

Негізінде, HSDPA тек жаңартылған 3G болып табылады. Егер «түпнұсқа» үшінші ұрпақта деректер алмасудың орташа жылдамдығы 384 кбит/с, ал максимум 2 Мбит/с болса, 3,5G енгізу бұл мәндерді сәйкесінше 3 және 14 Мбит/с дейін арттырады [5].

Бүгінгі таңда 3-ші буын жүйелерін түпкілікті енгізу алдында олардың 2-ші буын жүйелерімен бірге өмір сүруінің өте ұзақ кезеңі болатыны анық. Көрсетілетін қызметтердің ассортименті мен құнының айырмашылығына байланысты жаңа технологиялар ескілерімен бәсекелеспейді, керісінше оларды толықтырады.

Дегенмен, ұялы байланыс жүйелерінің дамуы бір орында тұрмайды. 3-ші буын жүйелерінің түпкілікті іске асырылуы 4-ші буын ұялы желілермен айтарлықтай бәсекелесетіні анық, яғни. 4G.

1.4 Төртінші буын 4G

4G тобына, әдетте, деректерді ұялы желілер арқылы 100 Мбит/с жоғары жылдамдықпен жіберуге мүмкіндік беретін технологиялар кіреді. Кең мағынада 4G сонымен қатар Wi-Fi (осы стандарттың жоғары жылдамдықты нұсқалары) және WiMAX (теориялық тұрғыдан ақпаратты тасымалдау жылдамдығы 1 Гбит/с-тан асуы мүмкін) болып табылады.

WiMax – ұзақ қашықтыққа сымсыз желінің болашағы ретінде жарияланған технология. Рас, кейінірек мұндай бірлестіктер Long Term Evolution (LTE) деп аталатын технологияның дамуына байланысты асыра сілтей бастады.

Төртінші буындағы 4G желілерінің алдыңғы, үшіншіден негізгі айырмашылығы мынада: бұл технология толығымен пакеттік деректер протоколдарына негізделген, ал 3G тізбекті коммутация режимінде дауыстық трафикті де, деректер пакеттерін де беруді біріктіреді.

Халықаралық телекоммуникациялар одағы 4G технологиясын көз немесе тағайындалған орын қозғалыста болғанда 1 Гбит/с дейін және екі мобильді құрылғы арасында деректер алмасу кезінде 100 Мбит/с дейін деректерді беру жылдамдығына мүмкіндік беретін сымсыз байланыс технологиясы ретінде анықтайды. 4G-де деректерді қайта жіберу IPv6 хаттамасы арқылы жүзеге асырылады (IP нұсқасы 6). Бұл желілердің жұмысын айтарлықтай жеңілдетеді, әсіресе олар әртүрлі типті болса. Қажетті тарату жылдамдығын қамтамасыз ету үшін 2-ден 40 және 60 ГГц-ке дейінгі жиіліктер қолданылады.

4G трансивер жабдығын жасаушылар цифрлық хабар таратуда дәлелденген қабылдауды – ортогональды жиілікті бөлу мультиплексирлеу

(OFDM) технологиясын қолданды. Сигналмен манипуляциялаудың бұл әдісі деректерді онсыз айтарлықтай «сығуға» мүмкіндік береді.

Өзара араласу және бұрмалау. Бұл жағдайда жиіліктерге бөлу ортогоналдылықты сақтай отырып орын алады: әрбір тасымалдаушы толқынның максимумы көршілері нөлдік мәнге ие болған сәтке түседі. Бұл олардың өзара әрекеттесуін болдырмайды, сонымен қатар жиілік спектрін тиімдірек пайдаланады - қорғаныс «кедергіге қарсы» жолақтар қажет емес. Сигналдарды беру үшін белгілі бір уақыт аралығында көбірек ақпарат жіберілетін фазалық ауыспалы модуляция (PSK және оның сорттары) немесе қазіргі заманғы және максималды сығуға мүмкіндік беретін квадрат амплитудалық модуляция (QAM) қолданылады. арнаның өткізу қабілеті. Нақты түрі қажетті жылдамдық пен қабылдау шарттарына байланысты таңдалады.

Сигнал беру кезінде параллельді ағындардың белгілі бір санына бөлінеді және қабылдау кезінде қайта жиналады. Микротолқынды жиіліктерде сенімді қабылдау және беру үшін олар белгілі бір базалық станцияға реттелуі мүмкін адаптивті антенналарды пайдалануды жоспарлап отыр. Бірақ қалалық жағдайларда мұндай антенналарды сигналдың өшуі арқылы дұрыс бағытты анықтауға жол бермеуге болады - оның таралу кезінде пайда болатын бұрмалануы. OFDM- тің тағы бір ерекшелігі бұл жерде құтқаруға келеді - өшуге қарсылық (әртүрлі модуляция түрлері үшін өшуге арналған маржа бар). Сондай-ақ, GSM телефондарына көп кедергі келтіретін тікелей көрінудің болмауы жағдайында жұмыс істеуге болады. OFDM кемшіліктері - доплерлік бұрмалауға сезімталдық және электронды компоненттердің сапасына жоғары талаптар.

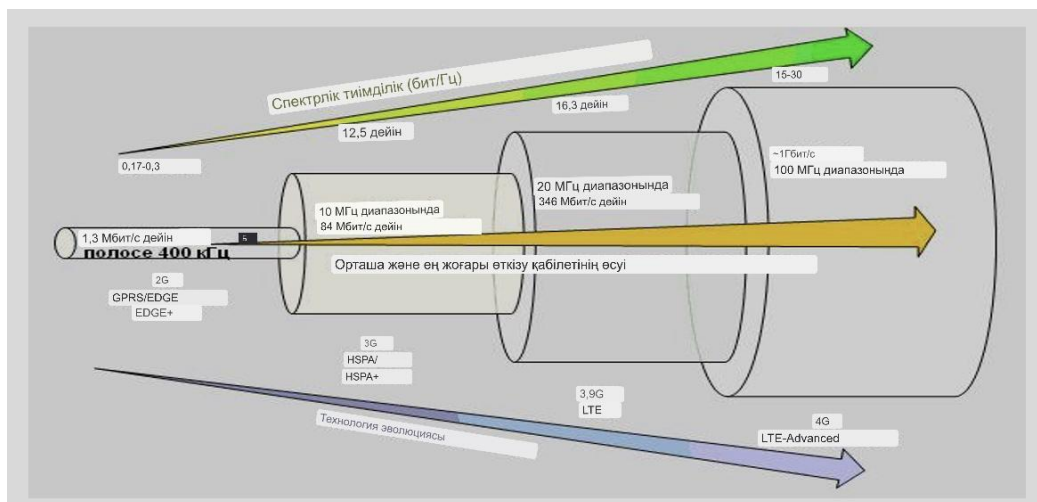
LTE (Long Term Evolution) технологиясы 3G желілерін дамытудың логикалық жалғасы болып табылады. Орта мерзімді перспективада ол әлемдегі ұялы байланыс жүйелерінің дамуын анықтайды. Бұл технология қолданыстағы мобильді желілермен салыстырғанда деректерді беру жылдамдығының күрт (теориялық тұрғыдан ондаған есе) өсуін қамтамасыз ете алады.

LTE енгізу теориялық тұрғыдан 20 МГц жиілік диапазонында 346 Мбит/с дейінгі деректерді беру жылдамдығын, ал LTE-Advanced технологиясын пайдаланған кезде шамамен 1 Гбит/с дейін қамтамасыз етеді. 100 МГц диапазонында. LTE бар желілермен толық үйлесімді: LTE қамту аймағында басталған қоңырау немесе деректерді жіберу сеансы техникалық түрде GSM/GPRS/EDGE, WCDMA, CDMA2000 желілерінде үзіліссіз берілуі мүмкін. Мобильді қолжетімділік технологияларының эволюциясы мен үздіксіздігі 1.1-суретте көрсетілген

LTE әлемдегі телекоммуникацияны дамытудың басты перспективасына, бизнес басымдылығына және байланыс операторларының даму стратегияларының негізгі элементіне айналуға. Бүгінде әлемде оператор LTE туралы ойламаса, нарықтағы өмірін шектейді деген пікір басым.

2008 жылдың қаңтарында мобильді байланыстың перспективті стандарттарын (GSM, GPRS, EDGE, UMTS (WCDMA) және т.б.) әзірлейтін Үшінші буын серіктестігі жобасы (3GPP) халықаралық серіктестігі,

UMTS-тен кейінгі келесі мобильді кең жолақты стандарт ретінде LTE мақұлданды.



1.1-сурет – Мобильді қол жеткізу технологияларының эволюциясы және сабақтастығы

LTE негізгі артықшылығы - жоғары жылдамдық. Бірақ UMTS және WIMAX екеуінің де жылдамдығы бар. LTE өте маңызды артықшылығы - бұл технологияны жеткілікті кең жиілік диапазонында жүзеге асыруға болады. Әлемде LTE іске қосуға болатын бірнеше жиілік диапазондары бар. Ең алдымен, бұл 1800 МГц және 2,6 ГГц. 900 МГц диапазонын да пайдалануға болады, бірақ қазіргі уақытта оны LTE үшін қарастыратын тасымалдаушылар аз. Бастапқыда бұл технологияны әзірлеу үшін 2,6 ГГц жиіліктері болжанған, бірақ бірқатар қиындықтарға байланысты (негізінен арнайы пайдаланушылардың диапазонды пайдалануына байланысты) бұл диапазон іс жүзінде қолданылмайды.

Еуропада адамдар 800 МГц жолағы туралы көбірек айтады, әсіресе цифрлық дивиденд деп аталатын немесе теледидарлық хабар тарату цифрлық форматқа көшкеннен кейін осы диапазондағы жиіліктердің шығарылуына байланысты. Қазір онда 800 МГц жиіліктерге арналған тендерлер мен аукциондар өтіп жатыр.

LTE желісін кеңінен енгізу осы технологияға негізделген абоненттік құрылғылар мен операторлық жабдықтың болуына байланысты екенін ерекше атап өткен жөн.

Бүгінгі таңда LTE операторының жабдықтарының негізгі өндірушілері Ericsson, Alcatel-Lucent, Nokia Siemens Networks, Fujitsu, Motorola, Panasonic, Starent, ZTE болыптабылады.

LG, Samsung, Huawei Technologies, Sandbridge Technologies, Altair Semiconductor және басқа да ірі өндірушілер қазіргі уақытта LTE қолдауымен чипсеттерді және абоненттік құрылғыларды әзірлеуде белсенділік танытуда.

Сірә, өндірушілер абоненттік құрылғылардың ауқымын біртіндеп кеңейту жолын ұстанатын болады. Біріншіден, бұл USB модемдері мен ДК карталары (қос стандартты, HSDPA және LTE протоколдарын қолдайтын), содан кейін нетбуктерде, интернет-планшеттерде және ноутбуктерде орнатылған модемдер және тек содан кейін - біріктірілген LTE чиптері бар коммуникаторлар мен смартфондардың жаңа үлгілері.

2 WCDMA кіру арналарын ұйымдастыру

2.1 CDMA кодты бөлу көп қол жеткізу

Көп қолжетімділік тұжырымдамасы көптеген пайдаланушылардың спектрдің шектеулі бөлігін ортақ пайдалануды ұйымдастырумен байланысты. Ұялы байланыс жүйесінде бірнеше қолжеткізудің үш түрі бар: жиілік, уақыт және кодты бөлу көп қатынау.

CDMA әдісінде пайдаланушылардың үлкен тобы (мысалы, 30-дан 50-ге дейін) бір уақытта жалпы салыстырмалы кең жиілік диапазонын (кем дегенде 1 МГц) бөліседі. Бұл медиа бөлу әдісімен трафик арналары әрбір пайдаланушыға бүкіл өткізу жолағы бойынша таратылатын жеке кодты тағайындау арқылы жасалады. Бұл жағдайда уақытты бөлу болмайды және барлық абоненттер үнемі бүкіл арна енін пайдаланады.

Абоненттердің хабарлары бір-біріне сәйкес келеді, бірақ олардың кодтары әртүрлі болғандықтан, оларды оңай ажыратуға болады. TDMA сияқты, CDMA тек сандық түрде жүзеге асырылуы мүмкін.

Әдістің негізгі принциптері — физикалық арналардың кодтық бөлінуімен біріктірілген PSS модуляциясы есебінен спектрді тарату — сонымен қатар CDMA әдісінің жалпы артықшылықтарын анықтайды: жоғары шуға төзімділік, көп жолды жағдайларға жақсы бейімделу және жүйенің жоғары сыйымдылығы.

CDMA-да сигнал деңгейін реттеу, BS-де секторлық антенналарды пайдалану және «сөйлеу әрекеті» принципін пайдалану (станция абонент сөйлеген кезде ғана шығарады және сөйлеу кідірісі кезінде шығармайды), санының жылдам өзгеруі. Қол жетімді ресурсқа тартылған байланыс арналары сигнал-шуылдың рұқсат етілген ең төмен қатынасын іс жүзінде жүзеге асыруға мүмкіндік береді, яғни. жүйенің өте үлкен өткізу қабілеті мен сыйымдылығын алу. Бұл әдістің жоғары өнімділігін қамтамасыз ететін CDMA техникалық ерекшеліктері. Екінші жағынан, оларды жүзеге асыру өте күрделі.

Әдісте жиілікті жоспарлау жоқ, барлық ұяшықтарда бірдей жиілік диапазоны қолданылады. Егер Qualcomm дизайны бойынша CDMA ең төменгі талап етілетін 1,23 МГц жолақ ені кеңірек бөлінсе, онда 1,23 МГц ішкі жолақтарының әрқайсысы барлық ішкі жолақтарда жұмысты ұйымдастырудың бір түрі бар барлық ұяшықтарда қолданылады. Бұл жағдайда жиілікті қайта пайдалану тиімділік коэффициенті ретінде 2/3 ретінің мәні көрсетіледі, яғни. басқа жасушалардың кедергілеріне байланысты әрбір ұяшықта қолданылатын арналар саны бір оқшауланған ұяшықпен салыстырғанда 1,5 есе азаяды (бұл коэффициенттер FDMA және 7 ұяшықты кластердегі сәйкесінше 1/7 және 7-ге ұқсас. TDMA әдістері).

CDMA техникасы «жұмсақ тапсыруды» жүзеге асырады. MS ұяшық шекарасына жақындағанда, яғни. екі BS сигналдары (жұмыс ұяшығы және іргелес бірінің) деңгейі бойынша пропорционалды болады, СК командасы

бойынша іргелес ұяшықтың БС арқылы сол МС бар екінші байланыс арнасы ұйымдастырылады; бірінші арна («ескі» ұяшықта) жұмысын жалғастыруда, яғни. МҚ бір уақытта екі БС-дан рейка қабылдағыштың техникалық мүмкіндіктерін пайдалана отырып сигналдарды қабылдайды. Бұл МС жасуша шекарасынан алыстағанша жалғасады, яғни. екінші BS сигналы бірінші сигналдан айтарлықтай күшті болғанша. Осыдан кейін бірінші БС арқылы байланыс арнасы жабылып, тапсыру процесі аяқталады.

CDMA әдісі BS жүйесінің дәл синхрондалуын талап етеді. Мұны, мысалы, GPS спутниктік геодезиялық жүйесін пайдалану арқылы жүзеге асыруға болады, бірақ нәтижесінде ұялы байланыс жүйесі автономды емес.

CDMA әдісінде TDMA әдісіндегідей қорғау интервалдары (бос орындар) жоқ және пайдаланылатын код тізбегіндегі таңбалардың көпболуы жіберілетін ақпараттың құпиялылығын сақтауды жеңілдетеді.

CDMA-ның жоғары шуға төзімділігі және энергияның кең жиілік диапазонында таралуы бірқатар тар жолақты байланыс арналарына CDMA-мен бір кең диапазондағы салыстырмалы түрде аз деңгейлі өзара кедергімен жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

CDMA әдісі салыстырмалы түрде жоғары шуға төзімділікке ие және көп жолды орталарда жақсы жұмыс істейді. Сонымен қатар, ол жоғары құпиялылықпен ерекшеленеді, жиілікті жоспарлауды қолданбайды және «жұмсақ тапсыруға» мүмкіндік береді, бірақ мұның бәрі өте күрделі техникалық шешімдерді міндетті түрде қолдануды талап етеді: сигнал деңгейін дәл реттеу, сектор антенналарын пайдалану және « дауыс белсенділігі», BS дәл синхрондауы, соңғысы жүйенің автономиясының жоғалуымен байланысты болуы мүмкін.

Жүйе сыйымдылығын бағалау ретінде, бір ұяшықтағы физикалық арналардың баламалы саны тұрғысынан, кейде AMPS FDMA әдісімен салыстырғанда шамамен 20 арттыру коэффициенті беріледі. FDMA-дан TDMA-ға көшу физикалық арналар санын үш есе, ал жарты жылдамдықты кодтаумен алты есе көбейтетінін ескерсек, TDMA-дан CDMA-ға өту арналар санының шамамен үш есе өсуін қамтамасыз етеалады. .

Дегенмен, шын мәнінде, CDMA-да есептеулерде болжанғанға карағанда күшті кедергі әсері болуы мүмкін және кейбір жағдайларда BS-ті неғұрлым тығыз орналастыру қажет болуы мүмкін. Бұл факторлар жүйенің сыйымдылығының төмендеуіне әкеледі. Сонымен қатар, TDMA әдісінің қосымша мүмкіндіктері бар: жиілікті секірулер (атап айтқанда, GSM стандартымен қамтамасыз етілген), олар үзіліссіз сәулеленумен («сөйлеу белсенділігін» өңдеу) және сәулелену қуатын операциялық реттеумен үйлесімде әсерді азайтады. Рэйлейдің азаюы және төмендеуі орташа шу деңгейі, яғни. жиілікті қайта пайдалану коэффициентінің үлкен мәндерін жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Арналардың адаптивті таралуын пайдалану бір мақсатқа, соның ішінде иерархиялық құрылымның ұялы желілеріне әкеледі; соңғысының құрылысына қатысты TDMA CDMA-дан

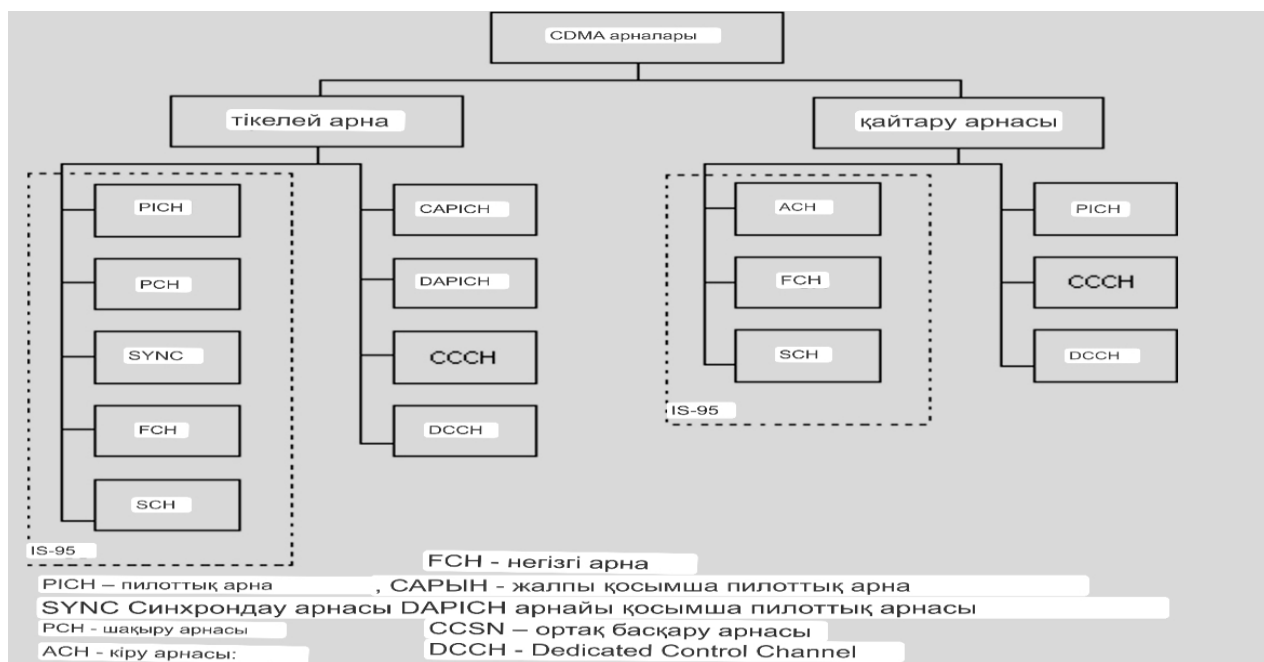
артықшылықтарға ие. Нәтижесінде CDMA және TDMA әдістері қамтамасыз ететін сыйымдылығы бойынша шамамен салыстырмалы болып шығады [3].

2.2 CDMA стандартында арналарды ұйымдастыру

CDMA стандартында (IS-95, IS-96) БС-дан сигнал берудің барлық арналары алға (Алға), ал мобильдіден - кері (кері) деп аталады. Дәл осы мүмкіндікті стандартты әзірлеушілер арна құрылымының негізі ретінде қойды (2.1-сурет).

CDMA негізіндегі жүйелерде маңызды рөлді әрбір BS үздіксіз тарату режимінде шығаратын және оның қызмет көрсету аймағында орналасқан барлық МЖ бір уақытта қабылдай алатын Пилоттық арна атқарады. SYNC арнасы бастапқы синхрондауды орнату үшін пайдаланылады. Дәстүрлі түрде қоңырауларды БС-дан МС-қа беру RCH шақырушы арнасы арқылы жүзеге асырылады, ал көп реттік кіру ACH арнасы арқылы жүзеге асырылады.

CDMA әртүрлі байланыс қызметтерін ұсыну үшін арналардың екі түрін пайдаланады. Біріншісі біріншілік (FCH), екіншісі екіншілік (SCH) деп аталады. Бұл арналар жұбы арқылы көрсетілетін қызметтер байланыс схемасына байланысты. Арналарды белгілі бір қызметке бейімдеуге және екі жылдамдық диапазонының кез келгенін пайдаланып әртүрлі кадр өлшемдерінде жұмыс істеуге болады: RS-1 (1500, 2700, 4800 және 9600 бит/с) немесе RS-2 (1800, 3600, 7200 және 14400 бит/с). Қабылдау жылдамдығын анықтау және таңдау автоматты түрде жүзеге асырылады.



2.1-сурет – CDMA арналарының құрылымы

CDMA үшінші буынында (cdma2000) бар арна құрылымы сақталады, бірақ арна түрлерінің саны 15-ке дейін ұлғайтылды. Ең алдымен, үш қосымша пилоттық сигнал енгізіледі: екі көмекші алдыңғы арнада - CAPICH және DAPICH ал біреуі кері арнада - R-PICH. CAPICH BS-де әртүрлі антенналар болған кезде пайдаланылады, DAPICH тар бағыттау сәулесі бар абоненттік антенналарды пайдаланғанда қолданылады, ал R-PICH BS үшін бастапқы синхрондауды орындайды.

Сонымен қатар, тура және кері бағытта байланысты ұйымдастыру үшін RCH арналарына (алға арнада) және ACH (жолда) мақсаты ұқсас ортақ (CCCH) және бөлінген (DCCCH) басқару арнасы қосымша енгізілді. кері арна).

IS-95 және cdma2000-ден айырмашылығы, UTRA (ETSI, Еуропа) және W-CDMA (ARIB, Жапония) стандарттары әртүрлі иерархиялық деңгейдегі объектілер арасындағы қатынасқа негізделген арналарды бөлудің басқа принципін ұсынады. Бұл жағдайда арналардың үш түрін ажыратуға болады: логикалық; көлік; физикалық.

Логикалық арналардың екі тобы бар: CCH басқару және TCH трафигі. Шақыру және қызметтік хабарламалар, сигнал беру, қуат пен сәулені басқару командалары басқару арналары арқылы, ал ақпараттық ағындар трафик арналары арқылы беріледі.

Басқару арналары өз кезегінде жалпы (CCCH) және бөлінген (DCCCH) болып бөлінеді. ITU ұсынысы (ITU-R M1 035).

LCCCH (Leash CCH) тағайындалған қатаң бекітілген арнаның үшінші түрі ұсынылады. Ол қазіргі уақытта CDMA протоколына негізделген жүйелерде қолданылмайды.

Жалпы CCCH арналары қосылмайтын бағдарланған режимде басқару ақпаратын беруге және сигнал беруге арналған. Мұндай арналардың төрт түрі бар: тарату (BCCH, Broadcast CCH), тікелей қатынау (FACH, Forward ACH), қоңырау шалу RCH және кездейсоқ қолжеткізу (RACH, Random ACH).

BC мен MC арасындағы екі жақты радиобайланыс екі арна бойынша жүзеге асырылады. Тізбекті коммутациялық желіде деректер бөлінген трафик арнасы (DTCH) және пакеттік ақпарат абоненттік пакетті беру арнасы (UPCH) арқылы беріледі.

Физикалық деңгейді жоғары деңгейлермен байланыстыратын транспорттық арналар, сондай-ақ логикалық арналар екі топқа бөлінеді: операциялық диапазондағы MC сәйкестендіруді қажет етпейтін жалпы КҚҚ және арнайы DCH, оларда MC орналасқан. физикалық арнамен бірегей байланысты, яғни. белгілі бір код пен жиілікпен. Біріншісі абоненттер тобына қол жетімді - байланыс BC және бірнеше MC арасында бір уақытта ұйымдастырылады, ал деректер немесе сигнал беру бөлінгені арқылы беріледі.

W-CDMA және UTRA конструкциялары арасындағы айырмашылықтардың бірі арнайы арна түрлерінің әртүрлі саны болып табылады. W-CDMA-да бір түрі DTCH, ал UTRA-да үшеуі бар: DTCH, автономды (SDCCCH) және бірге орналасқан (ACCH). DTCH жылдамдығы

жылдам өзгереді (әр 10 мс сайын). АССН деректер ағынынан басқару ақпаратын ортақ пайдалану үшін қолданылады.

Физикалық арналар ақпаратты берудің сапа көрсеткіштері мен режимдерін анықтайды. Олардың негізгі сипаттамалары код, жиілік және фазалық ығысу болып табылады. Олар сондай-ақ жалпы (РСН) және бөлінген (DPCN) арналарға бөлінеді. Шақыруды басқару ақпараты жалпы басқару арнасы (ССРСН) арқылы беріледі. Пилоттық белгілерді жіберу үшін бөлек синхрондау арнасы (SCH) пайдаланылады.

Белгілі бір пайдаланушымен байланысты ұйымдастыру үшін арнайы DPCN арнасы бөлінген, оның үстіне абоненттік ақпарат пен басқару сигналдары, антенна үлгісін басқаруға арналған көмекші пилоттық белгілер, сондай-ақ қуатты басқару биттері және басқа да қызмет көрсету деректері жіберіледі.

Кодты бөлу технологиясының бірегейлігі әрбір логикалық арнаның физикалық арнаға "жеке", өзіне тән беру жылдамдығы мен кодымен салыстыру фактісі болып табылады.

Желілік деңгейдегі арналар саны арналық деңгейге қарағанда әлдеқайда көп болғандықтан, әдетте бірнеше төмен жылдамдықты логикалық каналдар бір көлік арнасында біріктіріледі. Тасымалдан физикалық деңгейге өткенде, РСН шақыру арнасы қабылданатын кезде арналарды біріктіруге болады.

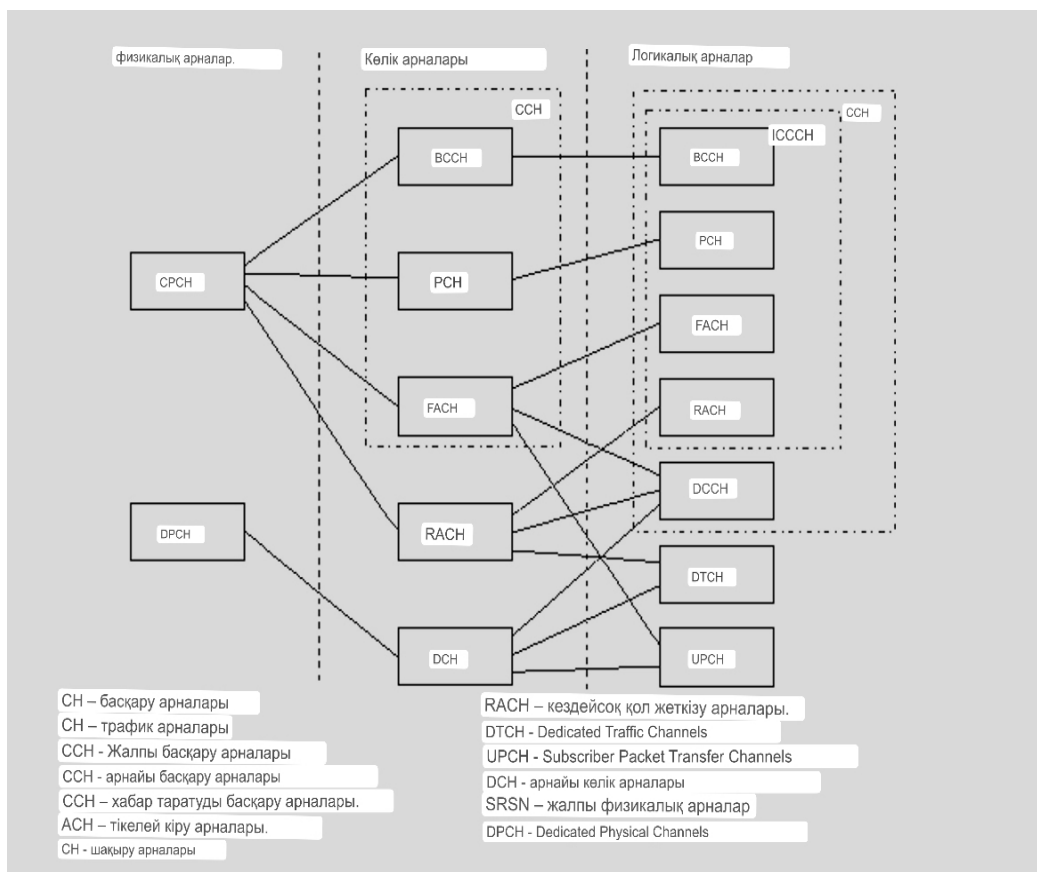
FACH қатынас арнасы төмен жалпы физикалық арнаға, ал RACH қатынас арнасы жоғары жалпы физикалық арнаға салыстырылады.

Ақпаратты бір арнадан екінші арнаға беру кезіндегі деректер ағыны уақыт аралықтары, кадрлар және сигналдық деректер деңгейінде түрленеді. Мысалы, пейджинг арнасы бір суперкадрда бірнеше топқа бөлінеді, ал пейджинг ақпараты әр топта беріледі.

CDMA жүйелерінде қолданылатын жарылу әдісі, тарату жылдамдығы кестеге сәйкес өзгертін адаптивті арналар принципімен жақсы сәйкес келеді. Егер трафик төмен жылдамдықты болса, онда бір физикалық РСН арнасы бірнеше логикалық арналар үшін пайдаланылуы мүмкін (FACH, RACH және т.б.). Егер трафик жеткілікті жоғары жылдамдықта болса, онда ол URCH типті логикалық арна бойынша тасымалдау үшін таңдалады [8].

2.3 Радиоарнадағы сигналдарды реттеу

2.2-суреттегі құрылымдық схемада сигналды өңдеудің барлық негізгі кезеңдері және олардың реттілігі көрсетілген. Осы схемаға сәйкес цифрлық сигналды өңдеудің келесі кезеңдерін бөлуге болады: аналогты-цифрлық түрлендіру; сөйлеуді кодтау; арнаны кодтау.



2.2-сурет – Физикалық, көліктік және логикалық өзара картаға түсіру арналар

Тасымалдау жолындағы өңдеу қадамдарының әрқайсысы қабылдау жолындағы өңдеу қадамына сәйкес келеді. Идеалданған жағдайда (сигналдарды өңдеу және тарату кезінде шу, кедергі және бұрмалану болмаған жағдайда) жіберу және қабылдау жолдарының сәйкес нүктелеріндегі сигнал пішіні бірдей болуы керек. Шындығында, толық сәйкестікке қол жеткізілмейді, бірақ сигналды өңдеу бұрмаланулар рұқсат етілген шектен аспайтындай етіп құрылуы керек.

Аналогты сандық түрлендіру

Аналогты-цифрлық түрлендіргіш (ADC) микрофон шығысынан үздіксіз аналогтық сигналды цифрлық түрге түрлендіретін жолдың аналогтық және цифрлық бөлімдері арасындағы бірінші байланыстырушы элемент болып табылады. Барлық кейінгі өңдеу цифрлық формада көрсетілген сигналмен орындалады. DAC цифрлық қабылдау жолындағы соңғы элемент болып табылады, ол цифрлық сигналды аналогтық сигналға түрлендіреді, ол динамикке беріледі, ол оны дыбыстық сигналға түрлендіреді.

ADC жұмысы екі кезеңнен тұрады: кіріс үздіксіз сигналды уақыт бойынша тандау (әдетте тұрақты қадаммен) және осы дискретті уақытүшін деңгей бойынша сигнал мәнін кванттау. Нәтижесінде ADC шығысында

дискреттеу уақытындағы сигнал деңгейлеріне сәйкес келетін екілік сандар болады.

Котельников теоремасына сәйкес іріктеу жиілігі өңделген сигнал спектріндегі ең жоғары жиіліктен кемінде екі есе жоғары болуы керек. Сөйлеу сигналдарының телефон байланысы арналары арқылы цифрлық берілуі 300-ден 3400 Гц-ке дейінгі жиілік диапазонымен шектелгендіктен, $F = 8$ кГц дискретизация жиілігі жалпы қабылданған. ADC биттерінің саны әдетте белгі битін қоса алғанда 8 болып таңдалады, сондықтан ADC шығыс диапазоны -127-ден +127-ге дейін, өйткені $127=2^7-1$.

Нәтижесінде ADC шығысы 8 кГц жиілікте келесі 8 биттік сандар ағыны болып табылады, яғни. ADC шығысындағы деректер ағынының жылдамдығы 64 кбит/с. Практикалық ADC схемалары көбінесе аналогтық сигналдың лездік мәндерінің үлгілерін стандарттардың жиынтығымен салыстыру негізінде құрастырылады, олардың әрқайсысында кванттау деңгейлерінің белгілі бір саны бар.

DAC схемаларында, әдетте, кіріс екілік кодтың биттерінің салмақ коэффициенттеріне пропорционалды аналогтық мәндердің (токтардың) қалыптасуы, содан кейін бар кодтың биттерінде жинақтау қолданылады. ADC және DAC бит тереңдігі мен жылдамдығының белгілі мәндерімен сипатталатын микросұлбалар түрінде салада жаппай өндіріледі.

CDMA жүйесі аналогтық сөйлеуді сандық түрлендіру үшін сызықтық кодты болжау алгоритмі, CELP негізіндегі айнымалы жылдамдықты вокодерді пайдаланады. Бұл алгоритм адамның сөйлеу ерекшеліктерін ескереді. Дауыс кодтары 64 кбит/с сандық ағынды 8 кбит/с немесе 13 кбит/с ағынға қайта кодтайды. Бұл түрлендіру кезінде ақпарат ағыны кадрларға бөлінеді және үзілістерді қамтитын интервалдар жойылады. Алынған ағынның жылдамдығы 1-ден 8 кбит/с дейін. Қабылдаушы жақтағы вокодер кадрларды бір ағынға біріктіреді және кері түрлендіруді жасайды.

Айнымалы жылдамдықты вокодердің тағы бір маңызды ерекшелігі - қажетті деректер жылдамдығын анықтау үшін бейімделушегін пайдалану. Шекті деңгей фондық шуға байланысты өзгереді.

Нәтиже – өнді басу және шулы орталарда да сөйлеу сапасын жақсарту.

Дауыс кодтары қайталама трафикті сөйлеу арнасына араластыруға мүмкіндік береді, яғни. қызмет туралы ақпарат.

Сөйлеуді кодтау сапасын бағалау

Кодтау сапасын бағалау және әртүрлі кодектерді салыстыру кезінде сөйлеудің түсініктілігі және сөйлеудің синтездік сапасы (дыбыс сапасы) бағаланады. Сөйлеудің түсініктілігін бағалау үшін DRT (диагностикалық рифингтесті) әдісі қолданылады. Бұл әдісте жеке дауыссыз дыбыстарымен ерекшеленетін дыбысталуы ұқсас сөздердің жұптары таңдалып, бірнеше сөйлеушілер қайталап айтылады және сынақ нәтижесі бойынша бұрмалану үлесі бағаланады. Бұл әдіс жеке дауыссыз дыбыстардың түсініктілігін бағалауды да, сөйлеудің түсініктілігін жалпы бағалауды да алуға мүмкіндік береді.

Дыбыс сапасын бағалау үшін DAM критерийі (қолайлылықтың диагностикалық өлшемі) пайдаланылады. Тесттер бірнеше спикерлердің (ерлер мен әйелдердің) 5 балдық шкала бойынша бағалайтын бірнеше сарапшы тыңдаушылармен байланыс жолының шығысында еститін сөз тіркестерін оқуынан тұрады. Нәтиже — орташа субъективті балл немесе орташа пікір баллы (MOS). Бұл әдіс субъективті болғанымен, спикерлер мен сарапшылар тыңдаушыларының бірдей топтарымен сыналған кезде кодектердің әртүрлі түрлерін салыстырудағы оның нәтижелері жеткілікті түрде объективті және қорытындылар мен шешімдер соларға негізделген. 2.1-кестеде кодектердің төрт түрін бағалау нәтижелері көрсетілген. MOS шкаласына жақын нәтижелер центральды қашықтық (Cepstrum Distance - CD) тұжырымдамасын пайдалана отырып, сапаны бағалаудың объективті әдісін береді.

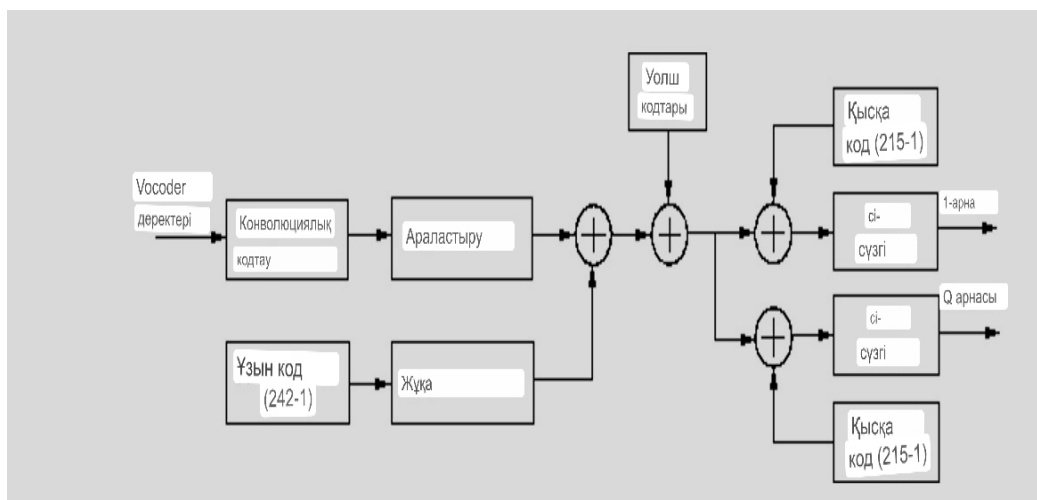
Сөйлеу кодектерінің көптеген нұсқалары бар, олардың ішінен ұялы байланыс жүйелері үшін кодектерді таңдау керек. Мысалы, GSM стандартын әзірлеу кезінде кодектердің алты түрі зерттелді, содан кейін RPE-LTP кодектерінде таңдау жасалды. GSM стандарты үшін кодек түрін таңдау бойынша жұмыс 1988 жылы аяқталды, ал 1989 жылы VSELP әдісі ұсынылды, содан кейін ол D-AMPS стандартында қабылданды. Қазіргі уақытта сөйлеу кодын жетілдіру жұмыстары жалғасуда. Екі стандарт (D-AMPS және GSM) байланыс арнасының өткізу қабілеттілігін екі есе арттыра алатын жартылай жылдамдықты кодтауды енгізуді қарастырады. D-AMPS стандарты үшін зерттелетін нұсқалардың арасында бөлу және кадраралық болжау бар сызықтықспектрлік жұптардың параметрлерінің векторлық квантизаторын енгізу мүмкіндігі қарастырылады,

Кесте 2.1 – MOS шкаласы бойынша сөйлеу кодектерін бағалау

| Кодек түрі | Тасымалдау жылдамдығы ақпарат, kbps | MOS ұпайы |
|---------------------------|--|-----------|
| RSM | 64 | 4.12 |
| ADPCM | 13 | 3.78 |
| RPE-LTP (Стандарт GSM) | 13 | 3.58 |
| VSELP (стандартты D-AMPS) | 8 | 3.44 |
| CELP (CDMA стандарты) | 4.89.6 | 33.7 |
| QCELP (стандартты CDMA) | 13 | 4.02 |

CDMA арналарын кодтау. Арнаны тікелей кодтау. CDMA ұялы байланыс жүйесінде кодтаудың әртүрлі түрлері қолданылады. 2.3-суретте бағыттаушы арнадағы (БС-данабонентке дейін) кодтау схемасы көрсетілген. Негізгі арна деректерінің жылдамдығы 9,6 кбит/с құрайды, оған 8,55 кбит/с

вокодер биттік ағынына қосымша түзету екілік таңбаларын қосу арқылы қол жеткізіледі. Қабылдаушы жағында қатені түзетуді (хабарламаны қайта жіберусіз) жүзеге асыру үшін арнада артық кодтау қолданылады. Ол үшін негізгі цифрлық ағын әрқайсысы 20 мс пакеттерге бөлінеді және жарты жылдамдықпен конволюционды кодтаушыға беріледі. Оның шығысы биттердің санын екі есе арттырады. Содан кейін деректер 20 мс уақыт аралығымен толтырылады.



2.3-сурет – CDMA стандартының алға арнасында кодтау

Араластырудан кейін сандық ағын ұзын код пен логикалық XOR операциясы арқылы түрлендіріледі (модульге екі қосу). Ұзын кодтар (максималды ұзындық кодтары) — берілген ұзындықтағы ауысым регистрін немесе кідірту элементін пайдаланып алуға болатын кодтар. Ауысым регистріне негізделген генератордың көмегімен алуға болатын екілік тізбектің максималды ұзындығы - $2n-1$ екілік таңба, мұндағы n

- ауыстыру регистрінің разрядтарының саны. CDMA жабдығында ұзынкод 42-разрядты ауыстыру регистрінде және 32-разрядты екілік маскада құрылған псевдокездейсоқ екілік тізбегі бар бірнеше ретті логикалық операциялардың нәтижесінде әрбір абонент үшін жеке анықталады. Мұндай ауысым регистрі бүкіл желінің синхрондау режимін қамтамасыз ету үшін осы стандарттың барлық БС-да қолданылады. Ақпарат ағынының жылдамдығы 19,2 кбит/с болатындықтан, тікелей арнада ұзын кодтың әрбір 64-ші таңбасы ғана пайдаланылады.

Хабарламаны түрлендірудің келесі қадамы Уолш кодтарымен кодтау болып табылады. Уолш матрицасының бір жолы абонент пен BS арасындағы байланыс арнасына тағайындалады. Егер кодтаушының кірісі

«0» болса, онда матрицаның сәйкес жолы (Уолш коды) жіберіледі, егер «1» болса - матрицаның сәйкес жолын логикалық терістеу арқылы құрылған реттілік жіберіледі (Уолш коды) . Бұл деректер жылдамдығын 19,2

кбит/с-тан 1,2286 Мбит/с дейін арттырады. Тиісінше, сигналдың спектрі де кеңейеді.

Соңғы қадамда биттік ағын төртбұрышты фазалық ауысу кілтін (QPSK) пайдалана отырып, кейінгі беру үшін фазалық және квадраттықарналар (I- және Q-арналар) арасында бөлінеді. Миксерлерге берілмес бұрын, әр арнадағы сандық ағын қысқа код пен логикалық XOR операциясы арқылы түрлендіріледі.

Қысқа код – 1,3288 Мбит/с жылдамдықпен генерацияланатын ұзындығы 32768 екілік таңбадан тұратын псевдокездейсоқ екілік тізбек. Бұл реттілік барлығына ортақ.

Желідегі BS және PD. Қысқа код 15-биттік сызықтық кері байланысты ауыстыру регистрінде жасалады. Әрбір арнадағы алынған бит ағыны шығарылатын сигналдың өткізу қабілеттілігін шектеу үшін сандық соңғы импульстік жауап (FIR) сүзгісі арқылы өтеді. Сүзгінің кесу жиілігішамамен 615 кГц. Алынған аналогтық сигналдар I/Q модуляторының сәйкес кірістеріне беріледі. Бірқатар ақпараттық сигналдар I- және Q арналарын біріктіру арқылы қалыптасады.

Барлық пайдаланушылар біріктірілген сигналды қабылдайтындықтан, ақпаратты алу үшін анықтамалық сигналды пилоттық арнада беру қажет.

Пилоттық арнада нөлдік ақпараттық сигнал беріледі, осы арна үшін Уолш коды Уолш матрицасының нөлдік қатарынан қалыптасады. Басқаша айтқанда, пилоттық арнада тек қысқа код беріледі. Ол әдетте жалпы қуаттың шамамен 20% сәулелендіреді. Анықтамалық сигнал келесі фазалық демодуляция үшін қажет. Қысқа код Уолш кодтарының бірдей жинағын әр ұяшықта қайталап пайдалануға мүмкіндік береді.

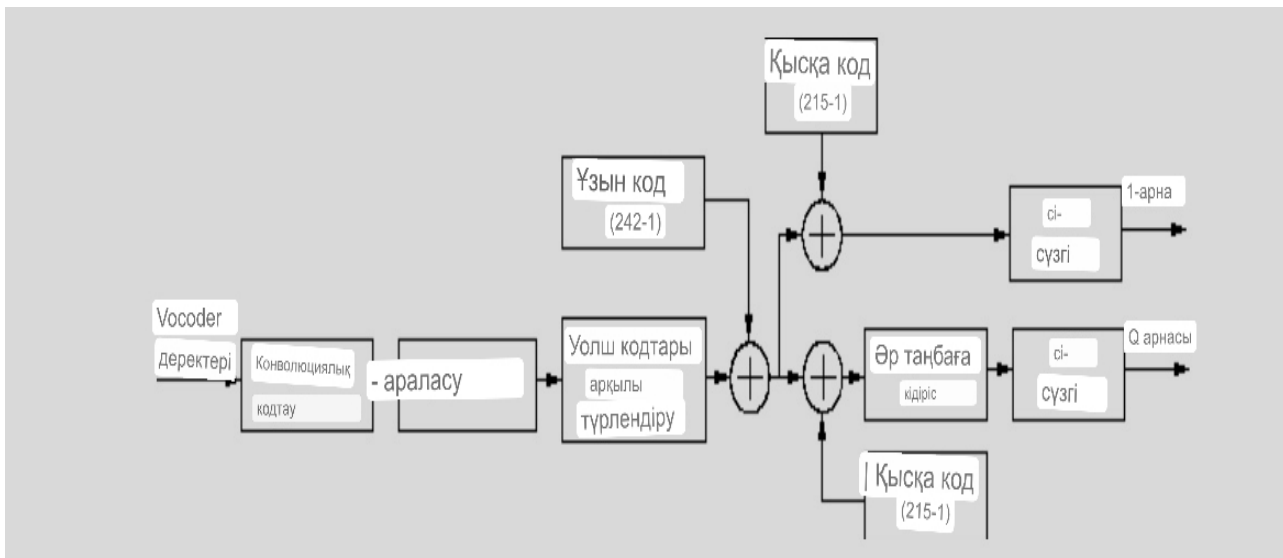
Әрбір BS кодты генерациялау кезінде өзіндік уақыт ауысымы бар, сондықтан желіде бірегей түрде анықталуы мүмкін. Бұл псевдокездейсоқ екіліккодтардың қасиетіне негізделген: автокорреляция моментінің мәні бір бит ұзындығынан асатын барлық уақыт ауытқулары үшін нөлге жақындайды.

Арнаны кері кодтау. Кері арнада (абоненттен БС-қа дейін) басқа кодтау схемасы қолданылады (2.4-сурет), МС эталондық сигналдың берілуін пайдалана алмайды. Бұл жағдайда BS қабылдағышында демодуляцияны айтарлықтай қиындата алатын екі сигналды беру қажет болады. Кері сілтеме тура сілтеме сияқты бірдей вокодерді пайдаланады және 1/3 конволюционды кодтау жылдамдығын пайдаланады, ол TD жылдамдығын 9,6-дан 28,8 кбит/с дейін арттырады және 20 мс ұзақтығы бар серпінді үзілістерді арттырады. Араластырудан кейін шығыс ағыны әрқайсысы алты биттен тұратын сөздерге бөлінеді. Алты биттік сөзді 64 Уолш кодының бірімен салыстыруға болады. Осылайша, әрбір абоненттік терминал өзінің бүкіл жиынтығын пайдаланады. Осы операциядан кейін деректер жылдамдығы 307,2 кбит/с дейін артады.

Әрі қарай, ағын BS пайдаланатынға ұқсас ұзын кодты пайдаланып түрлендіріледі. Бұл кезеңде пайдаланушылардың бөлінуі орын алады.

Жүйенің абоненттік сыйымдылығы кері арна арқылы анықталады. Оны ұлғайту үшін кері арнадағы қуатты басқару, БС бойынша кеңістіктік әртүрлілікті қабылдау әдістері және т.б.

Деректер ағындарының түпкілікті қалыптасуы ауыспалы QPSK іске асыру үшін 0-арнадағы 1/2 символ ұзақтығының қосымша кідірісэлементін қоспағанда, BS-дегі сияқты жүреді.

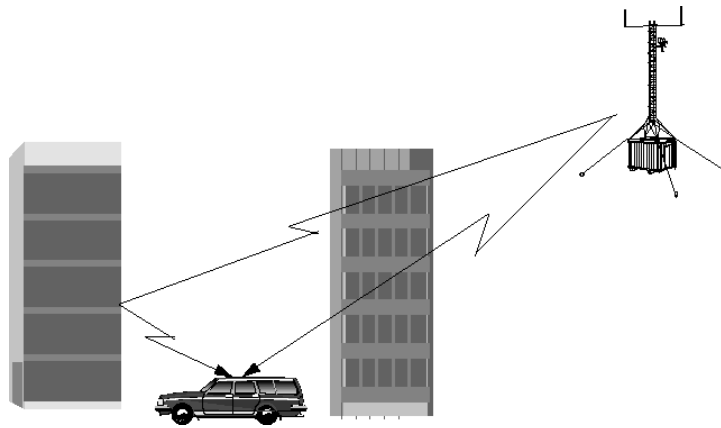


2.4-сурет – CDMA стандартының кері арнасында кодтау

Көп жолды өшіру MS және BTS арасында бірнеше радиотолқын жолы болған кезде орын алады, сондықтан қабылдағышқа бірден көпсигнал келеді. Соңғысы таулар, қабылдағыштарға жақын немесе алыс орналасқан ғимараттар сияқты кедергілерден радиосигналдың қайта- қайта шағылысуына байланысты.

Көп жолды әсерге байланысты сигнал деңгейінің төмендеуі (сигналдың өшуі) Рэйлей заңына сәйкес таратылады және сондықтан Рэйлейдің өшуі деп аталады. Рэйлейдің әлсіреуі кедергілер қабылдаушы антеннаға жақын болғанда айқын көрінеді. Алынған сигнал әртүрлі амплитудасы мен фазасымен келген сигналдардың қосындысы болып табылады. Өсу тереңдігі және олардың жиілігі MS жылдамдығына және жұмыс жиілігіне байланысты. Өшіру арасындағы қашықтық тербеліс толқын ұзындығының шамамен жартысы.

Осылайша, GSM 900 жүйесінде екі өшудің арасындағы қашықтық 17 см құрайды.



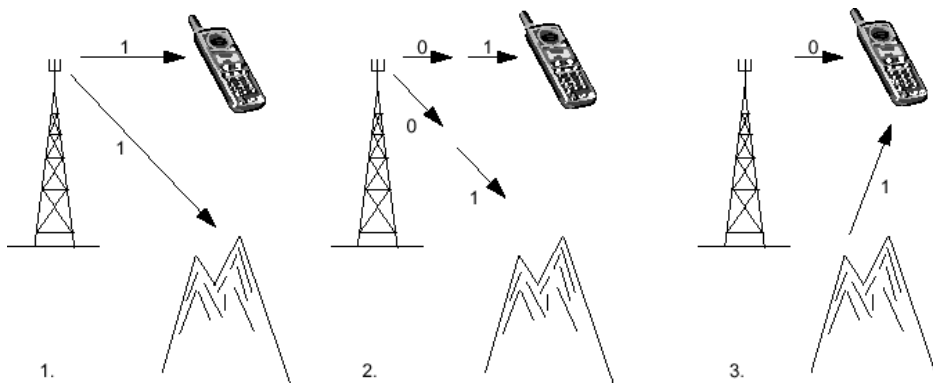
2.5-сурет – Рэйлейдің шашырау себебі

Уақыт дисперсиясы MS және BTS арасындағы радиотолқындардың таралуының көп жолды сипатына байланысты қосымша мәселе болып табылады.

Алайда, бұл жағдайда Рэйлейдің өшуімен салыстырғанда, шағылысқан сигнал таулар, төбелер сияқты өте алыстағы объектілерден шағылысып, қабылдау антеннасына келеді.

Уақытша кедергілер таңбалар аралық кедергіні (ISI) тудырады, мұнда дәйекті таңбалар (биттер) бір-біріне кедергі келтіреді, бұл қабылдағыштың таңбаларды дұрыс анықтауын қиындатады.

Мысал ретінде BTS-тен 1, 0 тізбегінің берілуін көрсететін 2.6-суретті келтіруге болады.



2.6-сурет – Уақыт дисперсиясы

Егер шағылған сигнал тікелей сигналдың бір битінен өткенненкейін келсе, онда қабылдағыш шағылған толқыннан «1» және бір мезгілде тікелей радиотолқыннан «0» анықтайды. Сондықтан «1» таңбасы «0» таңбасына кедергі жасайды және MS бұл таңбалардыңқайсысы дұрыс екенін білмейді.

2.4 Көлеңке әсері

Бұл әсер MS және BTS арасындағы радиосигнал жолында төбелер, ғимараттар, ағаштар және т.б. сияқты физикалық кедергілер болған кезде пайда болады.

Кедергілер сигнал күшін төмендететін көлеңке әсерін тудырады. MS қозғалысы кезінде сигнал деңгейі MS мен BTS арасындағы жолда кездесетін кедергілерге байланысты өзгереді.

Сигналдағы әлсіреу әсерлері сигнал деңгейін өзгертеді. Сигнал деңгейінің төмендеуі өшетін құлдырау деп аталады.

2.7-суретте MS және BTS арасындағы сигнал жолындағы кедергілер көрсетілген.



2.7-сурет – Радиосигналдарды тарату жолындағы кедергілер

3 Ұялы байланыс жүйесінің тиімділігін арттыру әдістері

Қайталаушы. Қайталаушы сигналды қайталағыш болып табылады.

- қайталағыш. Қайталағыш қайталағыш сигналды, жиілікті және амплитуданы қайталауды беруге арналған. Ұялы байланыста қайталағыш базалық станциядан алынған сигналды ол жоқ немесе төмен деңгейлі жерге қайталау және жіберу үшін қолданылады.

Қайталаушының негізінде – қайталағыш екі жақты болып табылады: ұялы телефон сигналын күшейткіш. Ұялы күшейткіштің міндеті - сигналды қабылдау, күшейту және оны бос кеңістікте тарату.

Қайталаушы күшейткіші пайдаланылатын ұялы күшейткіш тізбегіне байланысты. Қайталаушы – қайталағышты әр түрлі қажеттіліктер үшін пайдалануға болады.



3.1-сурет – Қайталағыш

Қайталағыштарды күшейткіштер, күшейткіштер, қайталағыштар деп те атайды, бұлар бір құрылғының атаулары. Бірақ мәні сол күйінде қалады.

Белгісіз сымсыз қамту аймағы үй ішінде де (кеңсе ғимараттары, гараждар, көп қабатты үйлер, ірі дүкендер мен қонақүйлер) және сыртта болуы мүмкін.

Ашық ауада сигналдың төмен күші төбелер, ойпаңдар, жапырақты жерлер сияқты рельефке байланысты болуы мүмкін ормандар мен көпқабатты қала құрылысы. Осы факторлардың барлығы GSM /3G / CDMA сигналының әлсіреуіне немесе толық әлсіреуіне әкеледі.

Кесте 3.1 – Қайталағыштың техникалық сипаттамалары

| | Төмен сілтеме арнасы | Uplink арнасы |
|---|---------------------------|---------------|
| Жұмыс жиілігі диапазоны жиілік диапазонында | 2110-2170 МГц | 1920–1980 МГц |
| пайда | 60 дБ | 60 дБ |
| Максимум шығыс қуаты, шектелген автоматты түзетулер қуат, кем емес | 20дБм(100мВт) | 20дБм(100мВт) |
| біркелкі емес жиілік реакциясы, артық керек емес | ±2 дБ | |
| SWR кірістері, артық емес | 1.8 | |
| РЖ қосқыштарының түрі | F-қосқышы 75 немесе 50 Ом | |
| Тамақтану | 9 В / 0,4 А | |
| Өлшемдері, артық емес | 154 x 135 x 43 мм | |
| Салмақ, артық емес | 1,0 кг | |

3.1 G-Rake қабылдағыш

WCDMA (Кең жолақты CDMA) технологиясы бүкіл әлемде 3G мобильді желіқызметтерін ұсыну үшін көбірек қолданылады. WCDMA стандартының дамуы нәтижесінде HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) және EUL (Enhanced Uplink) жаңа жоғары жылдамдықты технологиялар пайда болды.

Радиоқабылдау әдістері де дамып келеді. Қазіргі терминалдар мен базалық станциялар радиотолқындардың көп жолды таралуына байланысты уақыт өте келе таралатын сигнал энергиясын жинақтайтын Rake қабылдағыштарын пайдаланады. Дегенмен, уақыт өте келе, сигнал энергиясын жинақтаумен қатар, жетілдірілген қабылдағыштар да кедергілерді басады. Осыған байланысты Generalized Rake (G-Rake) қабылдағыштар өте перспективалы.

G-Rake қабылдағышы қалай жұмыс істейтінін түсіну үшін WCDMA радио жүйесіндегі ақпаратты тасымалдау схемасын жылдам қарастырайық.

Жіберілген ақпарат биттері конволюционды кодтауыш немесе турбокодер сияқты Forward Error Correction (FEC) кодтаушысы арқылы кодталады.

Кодталған биттер төртбұрышты фазалық ығысу кілті (QPSK) сияқты модуляциятаңбаларын жасау үшін пайдаланылады.

Содан кейін, сигнал спектрі фишкалар тізбегімен әрбір символды көрсету арқылы кеңейтіледі; тарату спектрінің сигналы тасымалдаушыға «араласады» және ауа арқылы беріледі.

Қабылдағышта радиосигнал демодуляция және декодтау үшін аралық жиілікке түрлендіріледі.

G-Rake қабылдауы. Демодуляторда орналасқан G-Rake қабылдағышы қабылданған сигналдан модуляция белгілерін қайта құрастырады. Оның жұмыс істеу принципі дәстүрлі Rake қабылдағыштың жұмыс істеу принципіне ұқсас болғандықтан, соңғысының жұмысын қысқаша қарастырайық.

Тартпа қабылдағышы әртүрлі уақыт кідірістерімен алынған кескіндерден сигнал энергиясын жинайды. Тырма қабылдағыш арналары («саусақтар») олардың спектрін қысады. Әрбір арнаның шығысында (сығылған кескінде) пайдалы сигнал құрамдас бөлігімен қатар шу және кедергі компоненттері де бар. Рак қабылдағышы сигнал құрамдастарын кезең-кезеңімен туралайды және оларды біріктіреді, нәтижесінде сигналдың әлдеқайда күшті құрамдас бөлігі болады.

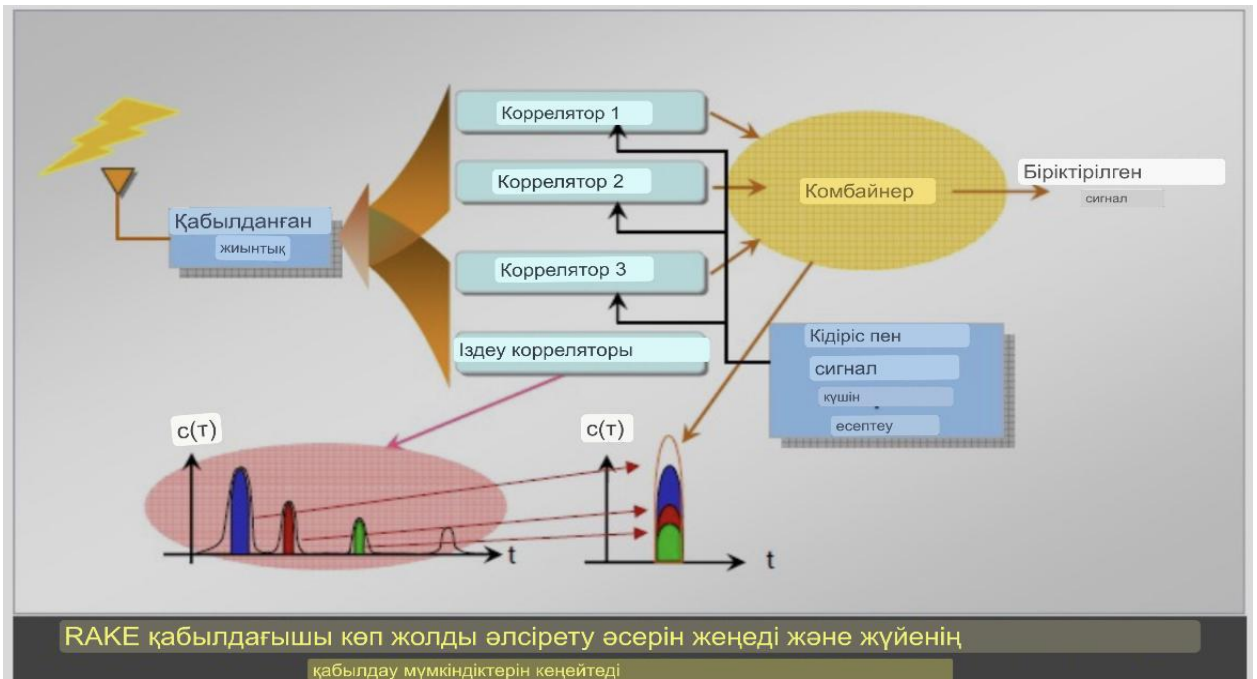
Rake қабылдағышы сияқты, G-Rake қабылдағышы символдарды қалпына келтіру үшін әртүрлі арналарды және сигнал қосындысын пайдаланады.

Дегенмен, олардың арасында екі маңызды айырмашылық бар. Біріншісі, G-Rake қабылдағышында сигнал арналарындағы кедергілер туралы ақпаратты жинауға арналған қосымша арналар бар. Ол меншікті (өзіндік интерференция), жасушаішілік (өзіндік жасушалық кедергі) және жасуша аралық (басқа жасушалық кедергі) болуы мүмкін.

Қосымша арналардың көмегімен жиналған ақпарат сигналдық арналардағы кедергілерді басу үшін қолданылады. Шындығында, бұл басу процесінің дәл қалай жүретіні қарастырылып отырған қабылдағыштар арасындағы екінші маңызды айырмашылық болып табылады.

G-Rake қабылдағышы сығылған сигнал кескіндерін (салмақ коэффициенттерін таңдау арқылы анықталады) шу құрамдас бөліктері бір-бірінен алып тасталатындай, ал сигнал құрамдастары, керісінше, қосылатындай (бірақ әртүрлі фазалармен) жинақтайды. .

Осылайша, егер Rake қабылдағышы кедергі деңгейіне мән бермей, қабылданған сигналдың деңгейін барынша арттырса, онда G-Rake қабылдағышы (сигнал энергиясын жинақтау және кедергіні азайту қажеттілігі арасындағы келіссөз нәтижесінде) сигнал деңгейінің шу деңгейіне қатынасы [8] .



3.2-сурет – Қабылдағыш принципі

3.2 Әртүрлілікті қабылдау

HF, тропосфералық және көру желісіндегі микротолқынды радиорелелік жүйелер үшін әртүрлі әртүрлілік әдістері ұсынылған және талданған. Соңғы 20 жылда VHF, UHF және микротолқынды жылжымалы радио жүйелеріне қолданылатын әртүрлілік әдістері талданған.

Олардың көпшілігі аналогтық мобильді радиожүйелермен байланысты болса да, олар негізінен сандық ұялы жүйелерде де қолданыла алады. Сандық мобильді радиожүйелерде QoS талаптары артқан сайын әртүрлілік артады, өйткені сандық берілісте жылдам көпжолды өшудің әсерлері маңыздырақ.

Әртүрлілік әдістері әртүрлілік тармақтары деп аталатын бірнеше сигналдық жолдарды және оларды біріктіру немесе олардың біреуін таңдау схемасын ұйымдастыруды талап етеді. Қабылдаудың әртүрлілігін пайдалану екі қабылдау антеннасының сигналдарын жинақтау арқылы антенна-фидер жолының шығысында жоғары сигнал деңгейін алуға мүмкіндік береді.

Мобильді радиобайланыс жүйелеріндегі радиотолқындардың таралу ерекшеліктеріне байланысты әртүрлі тармақтарды құрудың бірнеше әдістері бар, оларды біріктіретін келесі топтарға бөлуге болады:

- кеңістіктік;
- поляризациялау;
- бұрыштық;
- жиілік;
- уақытты бөлу.

Кеңістіктік әртүрлілік. Алынған сигнал деңгейін арттыру үшін BTS антенна кеңістігінің әртүрлілігіне жүгінеді. Бұл дизайн бір емес, екі антеннаны пайдаланады.

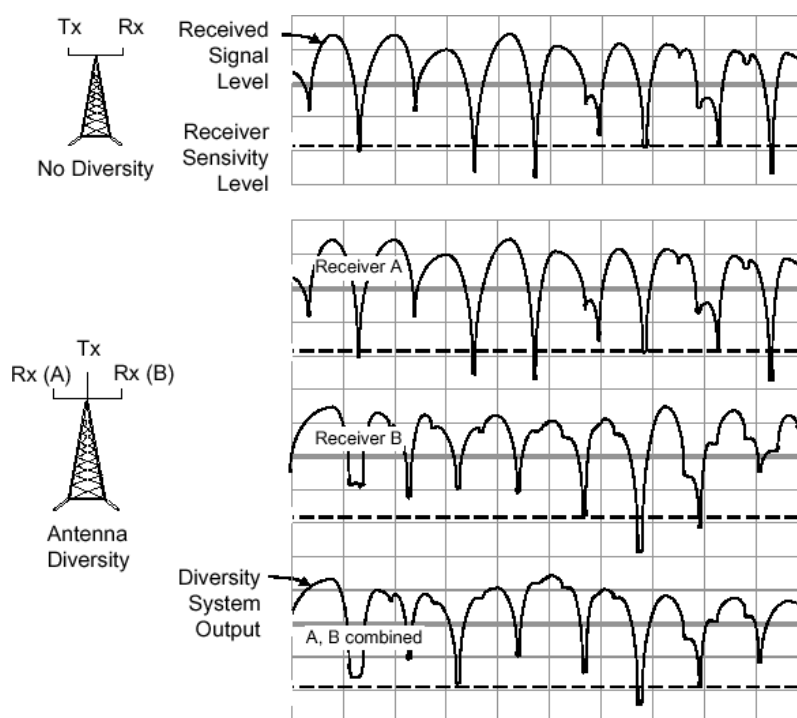
Егер әртүрлілік үшін екі антенна пайдаланылса, онда екі антеннаның бір уақытта терең өшуі әсер еткен екі бірдей толқындыалу ықтималдығы өте аз.

Кеңістіктің әртүрлілігін пайдалана отырып, сигнал деңгейін 3 дБ арттыруға қол жеткізуге болады, ал антенналар арасындағы қашықтық көлденең әртүрлілік үшін шамамен $12 - 18 \lambda$ және тік әртүрлілік үшін $25 * (12$

- $18 * \lambda)$ болуы керек. Бұл формулалар тігінен поляризацияланған антенналарды пайдалану үшін дұрыс.

900 МГц диапазонында бөлу шамамен 6 метрді құрайды, ал 1800 МГц-те толқын ұзындығының кішірек мәніне (шамамен 3 метр) байланысты қашықтық қысқа болады.

Бұл әдісті пайдаланып және жоғары деңгейлі сигналды таңдай отырып, сигналдың өшуі әсерін айтарлықтай азайтуға болады [10].



3.3-сурет – Кеңістіктік қабылдауды қолданудың әсері

Поляризацияның әртүрлілігі. Бұл әдіс тек екі жарылыс тармақтарын жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Ол VHF және UHF жердегі жүйелерге тән екі ортогональды поляризацияланған радиотолқындар арқылы берілетін сигналдар фактісін пайдаланады.

Мобильді радионың қабылдау нүктесінде өзара байланыссыз көп жолды өшіру статистикасы бар.

Поляризацияланған қабылдауды пайдаланған кезде әртүрлілік антенналары бір қос поляризацияланған антеннамен ауыстырылады. Бұл антеннаның қалыпты корпусы бар, бірақ екі түрлі поляризацияланған антенна массивтері бар.

Ең танымал антенналар - Бұл антенналар бірге көлденең / тік поляризация және қиғаш поляризациясы 45 болатын антенналар. Екі антенна массиві бір қосылым тізбегіне қосылған. Екі антенна массивін біріктірілген антенналар ретінде пайдалануға болады.

Практикада әртүрлілікті қабылдаудың екі түрін, кеңістіктік және поляризацияны пайдаланатын пайда бірдей деп есептеледі, бірақ поляризацияны қабылдау жағдайында антенна-фидер жүйесінің монтаждау аймағының өлшемі сақталады.

Бұрыштық бөлу

Бағытталған әртүрлілік деп аталатын бұл әдіс бірнеше бағытталған антенналарды қажет етеді. Әрбір антенна белгілі бір бұрыштан немесе бағыттан келетін толқынға дербес жауап береді және корреляцияланбаған сөну сигналдарын жасайды.

Жиілік пен уақыттың әртүрлілігі

Жиілік және/немесе беру уақытындағы айырмашылықтар өзара байланыссыз жоғалу статистикасы бар әртүрлілік тармақтарын ұйымдастыру үшін пайдаланылуы мүмкін.

Қажетті уақыт пен жиілікті бөлу қол жетімді уақыт таралу сипаттамалары мен максималды Доплер жиілігінен анықталуы мүмкін. Кеңістіктік, бұрыштық, поляризациямен салыстырғанда бұл екі әртүрлілік әдісінің басты артықшылығы, олар тек бір жіберуші және бір қабылдаушы антеннаны қажет етеді, ал кемшілігі - кеңірек жиілік диапазонын қажет етеді.

Қателерді түзетуді кодтауды цифрлық тарату жүйелеріндегі уақыт әртүрлілігінің нұсқаларының бірі ретінде қарастыруға болады.

Поляризацияны қоспағанда, барлық аталған әртүрлілік әдістері үшін, негізінен, әртүрлілік тармақтарының санына шектеулер жоқ екенін атап өткен жөн.

Мысалы, диапазонда жұмыс істейтін кейбір радиобайланыс жүйелерінде Кеңістіктік әртүрлілік үшін 2,4 ГГц, бес қабылдау антеннасына дейін пайдаланылады.

Әртүрлілік цифрлық радиожүйелердің қабылдау иммунитетінің сипаттамаларын және сенімділігін айтарлықтай жақсартып алады.

Екі түрлілік тармағының болуы C/I (сигнал-шу қатынасы) әртүрлілікке сәйкес келетін 30 дБ-ден бит қателік жылдамдығы (BER) 10 кезінде 15 дБ дейін төмендетуге мүмкіндік береді. -3. Төменгі BER мәндерінде, мысалы, BER = 10⁻⁶, әртүрлілікті арттыру 30 дБ.

Қазіргі уақытта мобильді радиобайланыста, ұялы телефонияда және деректерді беру жүйелерінде жеткілікті шағын өлшемді және салыстырмалы түрде арзан әртүрлілік жүйелері кеңінен қолданылады [10].

3.3 Адаптивті модуляция әдісі

Бейімделу модуляциясы (АМ) — радиобайланыстың модуляция деңгейі динамикалық түрде маршрут жағдайына «бейімделетін» жақсы таралу жағдайында радиоарнадағы тарату жылдамдығын арттыру үшін қолданылатын әдіс. Дәстүрлі нүктелік жүйелерде модуляция белгілі бір деңгейде бекітіледі, нәтижесінде белгілі өткізу қабілеті бар арнаның тұрақты өткізу қабілеті болады.

Бұрын адаптивті әдістер радиобайланыс жүйелерінде, мысалы, автоматты беріліс қуатын басқару (АТРС) жүйелерінде қолданылған, мұнда шығыс қуаты жақсы беру жағдайында азаяды, осылайша қуат тұтынуды азайтады және желі кедергісін азайтады.

Тасымалдау жағдайлары нашарлағанда, арнаның қажетті өнімділік деңгейін ұстап тұруын қамтамасыз ету үшін қуат автоматты түрде артады.

АМ - АТРС-тен бір саты жоғары: шығыс қуатын да, модуляция деңгейін де динамикалық басқару арнаның өткізу қабілетін таралу шарттарына байланысты реттеуге мүмкіндік береді.

EV-DO (Evolution Data Only) — CDMA ұялы желілерінде қолданылатын деректерді беру технологиясы. Бұл технология адаптивті модуляцияны қолдану арқылы деректерді беруді жақсарту үшін жасалған, бұл арнаның өткізу қабілетін арттыруға мүмкіндік берді.

Rev. EV-DO технологиясы. С CDMA, TDM, OFDM, Multiple Input Multiple Output (MIMO) және Space Division Multiple Access (SDMA) сияқты мобильді технологияларды біріктіреді.

Стандарттың ұрпақтарына (шығарылымдарына) байланысты EV-DO-дағы деректерді беру жылдамдығы 3.2-кестеде көрсетілген.

Кесте 3.2 – EV-DO технология стандарттары

| Шығарылымдар | Стандартты | Жылдамдық |
|--------------|-------------------------|--------------------|
| Rel.0 | CDMA2000 1x EV-DO rel.0 | 2,4 / 0,153 Мбит/с |
| Аян А | CDMA2000 1x EV-DO rev.A | 3,1 / 1,8 Мбит/с |
| Аян Б | CDMA2000 1x EV-DO rev.B | 73,5 / 27 Мбит/с |
| Rev.C | CDMA2000 1x EV-DO rev.C | 280 / 75 Мбит/с |
| Аян Д | CDMA2000 1x EV-DO rev.D | 500 / 120 Мбит/с |

Сандық арна құру TDMA абоненттік уақытты бөлу технологиясын қолдану арқылы орын алады (GSM-дегідей). Уақытты бөлу технологиясы пакеттік деректерді беру үшін ең қолайлы. Бұл ретте EV-DO стандартындағы алға арнада абоненттік ақпарат жіберілетін әрқайсысының ұзақтығы 1,67 мс

болатын 16 уақыт аралықтары пайдаланылады. Яғни, белгілі бір уақытта бір абоненттің ақпараты жіберіледі. Бұл әрбір нақты абонент үшін таратқыштың толық қуатын бөлуге мүмкіндік береді.

Кіретін қуатты басқарудың қажеті жоқ. Тиісінше, арнадағы ұяшық ішінде кедергі көздері жоқ, тек көрші ұяшықтардың кедергісі бар.

Берілетін ақпарат түріне байланысты адаптивті модуляция қолданылады. Деректер жылдамдығы тікелей арнада қолданылатын модуляция түріне байланысты, жүйе кодталған пакеттің өлшемін, радиоинтерфейс күйін бағалайды және осыған сәйкес модуляция түрін тағайындайды. QPSK, 8-PSK немесе 16 QAM.

Үлкен көлемді пакеттерді беру үшін абоненттің деректерді беру жылдамдығы 2,4 Мбит/с жетеді. Дегенмен, ол тек біреуін алады уақыт аралығы. Қалған сыйымдылық басқа абоненттерге (және базалық станциядан әртүрлі қашықтықта орналасқан басқа жылдамдықтармен) қол жетімді.

Яғни, жүйе беру жылдамдығын бақылайды және ең нашар жағдайда тұрған абонентке ешқашан артық ресурстарды бөлмейді [9].

Деректерді беру жылдамдығы 3.3-кестеде көрсетілген (егер 1 абонент секундына барлық 600 уақыт аралығын алса):

Кесте 3.3 – Модуляция түріне байланысты деректерді беру жылдамдығы

| Көру | Пакет ұзындығы (бит) | Саны слоттар | Ұзақтығы (Ханым) | Жылдамдық (кбит/с) |
|--------|----------------------|--------------|------------------|--------------------|
| QPSK | 1024 | 16 | 26.6 | 38.4 |
| | 1024 | 4 | 6.6 | 153.6 |
| | 1024 | 1 | 1.6 | 614.4 |
| 16 QAM | 4096 | 2 | 3.3 | 1228.8 |
| 8-PSK | 3072 | 1 | 1.6 | 1843.2 |
| 16 QAM | 4096 | 1 | 1.6 | 2457.6 |

3.3 Pico базалық станциясы BTS3202B

Пико (фемто) ұяшығы қамту және сыйымдылық жағынан шағын ұяшық бір үй-жайда жұмыс істейтін ұялы байланыс жүйелері. Қаланың тығыз дамуы жағдайында барлық бұрыштарда ұялы сигналдарды қабылдаудың қолайлы деңгейін қамтамасыз ету қиын. Қазіргі заманғы ғимараттар бетоннан және металдан жасалған, бұл жоғары жиілікті радиотолқындар үшін өте жақсы қалқан болып табылады. кәдімгіден беріледі. Базалық станциялар сигнал жай ғана ғимараттардың қабырғаларынан секіреді және кірудің жалғыз жолы - терезелер, олар арқылы радиотолқындар бірнеше метрге жетеді. Қуатты жаңарту немесе тығыздық орнату базалық станциялар сондай-ақ бұл мәселелерді шешуге мүмкіндік

бермейді, т.к. көптеген ғимараттар күрделі геометриялық пішінге ие және олардың қалыңдығы бірнеше ондаған метрге жетуі мүмкін.

Бұл мәселені шешу үшін радиоқамтудың қосымша көздерін орнату сөзсіз. Базалық станция миллионнан асуы мүмкін, сонымен қатар көлік арналарын ұйымдастыру, үй-жайларды жалға алу, электрмен жабдықтау және т.б. мәселелерін шешу қажет. Бір/екібөлмені жабу жоғарыда келтірілген шығындарды ақылға қонымды мерзімде өтей алуы екіталай, сондықтан бұл шешім тиімді емес.

Мұндай жағдайда ең қолайлысы - осы мақсат үшін арнайы жасалған пико немесе фемто жасушаларын орнату. бастап барлық дерлік ұялы байланыс стандарттары GSM үй ішінде әрекет ету радиусыз бал ұяларын орнатуды қамтамасыз ету.

Стандартқа және өндірушіге байланысты оларды пико немесе фемто деп атауға болады. Ұяшық (фемто) жасушаларының спецификациялары мен стандарттарын әзірледі арнайы жасалған.



3.4-сурет – BTS3202B Pico базалық станциясы

Пико негізгі станциясы BTS3202B - білдіреді. Тәуелсіз базалық станция бір сектормен, шағын қорап түрінде жасалған, онда трансивер, көлік және басқару модулі, сондай-ақ қабылдау және жіберу антеннасы дереу орнатылады.

Сондай-ақ, қуатты арттыру үшін жиі қосымша сыртқы антеннаны қосуға болады. BTS3202B пико базалық станцияларын қабырғаға, төбеге, еденге немесе кез келген басқа ыңғайлы жерге орнатуға болады. Қысқа диапазонға байланысты ол аз қуат тұтынады және кеңсеге немесе үйдегі электр розеткасына қосылуы мүмкін.

BTS3202B pico базалық станциясының маңызды артықшылығы олардың желіге өзін-өзі біріктіру мүмкіндігі болып табылады. Қуатты қосып,

Интернетке қосылғаннан кейін ол өз желісін дербес іздейді және өзін-өзі конфигурациялайды және басқалармен көршілес аумақтар жасайды

Осылайша, іске қосу тіпті маманға баруды қажет етпейді және эмитенттің төмен қуатына және орнатудың қарапайымдылығына байланысты бүкіл орнатуды үй-жайлардың иелері дербес жүзеге асыра алады.

BTS3202B рiсo базалық станциясын басқа сымсыз қатынау технологияларынан пайдаланудың ең үлкен артықшылығы оператор желісінің қалған бөлігіндегідей абоненттік жабдықты пайдалану мүмкіндігі болып табылады. Пайдаланушы оны байқамай-ақ үйде де, жұмыста да, дүкенде және олардың арасындағы жолда бірдей сипаттамалары бар бірдей қызметтер жиынтығын пайдалана алады.

3G стандарттарының пайда болуымен (UMTS) және әсіресе 4G (LTE) Интернетке кіру жылдамдығы сымды қосылудан кем түспейді.

Осылайша, соңғы уақытта пико жасушалары көбірек тарала бастады [7].

Кесте 3.4 – BTS3202B рiсo базалық станциясының техникалық сипаттамалары

| | |
|----------------------------------|---|
| Опциялар | |
| Жұмыс жиілігі | 2600 МГц |
| Таратқыштың қуаты | 2 x 125 мВт |
| Өткізу қабілеті | 150 Мбит/с (төмен сілтеме)/ 15 Мбит/с (жоғары сілтеме) |
| Ішкі және сыртқы антенналар | |
| MIMO қолдауы | |
| Салмағы | 3 кг |
| Жұмыс температурасының диапазоны | - 40°C.....50°C |
| Синхрондау режимі | IEEE 1588V2/GPS/RHUB |
| Ethernet порты | оптикалық және электрлік |

3.4 BTS3902E микро базалық станция

Atom Cell (BTS3902E) - шағын өлшемдерімен, жеңіл салмағымен, қосылатын модульдермен, автоматты конфигурациямен және жабдықты орнату орнының талап етілмеуімен сипатталатын Huawei- дің заманауи микро базалық станциясы, BTS3902E микро базалық станциясы арзан. сатып алу және орнату оңай. орналастыру, бұл ұялы радио желісінің қамтуын арттыру және жақсарту үшін жылдам және арзан шешім.



3.5-сурет – BTS3902E микро базалық станциясы

Жабдықтың бұл түрі, ең алдымен, абоненттердің жергілікті кептелісі бар жерлерде ұялы байланыс желісінің өткізу қабілетін арттыруға, сондай-ақ оны жасауым қымбатқа түсетін және өте тиімді емес жерлерде байланыс сапасын жақсартуға арналған. бұл әдеттегі негіздер арқылы. Сондықтан олар жол бойындағы тіректерде пайда болып, жолдың жанындағы ғимараттар мен кептелісте тұрған көлік жүргізушілері арасындағы байланысты қамтамасыз етеді.

Сондай-ақ мұндай базалық станцияларды пайдаланудың кең таралған нұсқасы - көшеден келетін сигнал қалың қабырғалармен қорғалған сауда орталықтары немесе өнеркәсіптер, ал адамдар саны мен байланыс қажеттілігі өте үлкен.

Кесте 3.5 – BTS3902E микробазалық станциясының сипаттамалары

| | |
|----------------------------------|--|
| Опциялар | |
| Жұмыс жиілігі | 2100/1900 МГц |
| Таратқыштың қуаты | 5 Вт |
| Өткізу қабілеті | 84 Мбит/с (төмен сілтеме)/ 23 Мбит/с (жоғары сілтеме) |
| Ішкі және сыртқы антенналар | |
| MIMO қолдауы | |
| Салмағы | 12 кг |
| Жұмыс температурасының диапазоны | - 40°C..... 50°C |
| Қуатты тұтыну | 160 Вт |
| Ethernet порты | оптикалық және электрлік |

Болашақта бұл бағыттың дамуы таратқышты антеннаға біріктіруге және белсенді антенналық жүйелер деп аталатындардың пайда болуына әкеледі.

Көптеген жабдықтар өндірушілері қазір олар туралы айтып жатыр және жақынарада олар операторлардың желілерінде пайда болуы мүмкін.

Дегенмен, микро базалық станциялар әлі де барлық блоктар бір корпусқа біріктірілген шешімдер болып табылады және олардың дамуы одан әрі миниатюризацияға қарай жалғасуда.

4 WCDMA радиобайланыс бюджетін есептеу

4.1 WCDMA қабылдағыш сезімталдығын есептеу

Қабылдағыш кірісіндегі минималды рұқсат етілген сигнал деңгейі ретіндеанықталады

$$P_{\text{пр}} \text{ (дБм)} = P_{\text{ш}} \text{ (дБм)} + \left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{\text{қаж}} \text{ (дБ)} + G_{\text{обр}} \text{ (дБ)}, \quad (4.1)$$

мұндағы $\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{\text{қаж}}$ -қажетті мән E_b/N_0 үшін,

$G_{\text{обр}}$ -өңдеу табысы.

$P_{\text{ш}}$ –қабылдағыштың меншікті шу күші болып табылады

Келесі негізгі параметрлер қолданылады:

- E_b/N_0 орташа разрядтық энергияның спектрлік тығыздыққа қатынасы болып табылады. Шуыл қатынас E_b/N_0 қызмет түріне, жылдамдығына байланысты абоненттің және радиоарнаның қозғалысы;

- қабылдағыш кірісіндегі минималды рұқсат етілген сигнал деңгейі тәуелді қажетті қатынастан E_b/N_0 , пайдаланушы деректерінің жылдамдығы, аналогтық қабылдағыш компоненттерінің сапасы, шу деңгейі.

Кедергі әртүрлі көздерден болуы мүмкін:

Жазылушылар бастап қызмет көрсететін ұяшық, басқа ұяшықтар қызмет көрсететін абоненттер, сондай-ақ пайдаланылатын жиілік арнасының диапазонында жұмыс жасайтын басқа көздер [10].

Қабылдағыштың шу қабатының қуаты

$$P_{\text{ш}} = N + K_{\text{ш}} \text{ (дБ)}, \quad (4.2)$$

мұндағы N – қабылдағыштағы жылулық шудың қуаты, дБм

$$N = k \cdot T \cdot B, \quad (4.3)$$

мұндағы k -Больцман тұрақтысы ($1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К),

T -өткізгіш температурасы

Қабылдағыштағы жылу шуының қуаты сүзгі өткізу қабілетіне байланысты. UMTS стандарты үшін сәйкес сүзгі өткізу жолағын 3,84 МГц деп есептеуге болады.

Қабылдағыш шуының коэффициенті DL желісі үшін $K_{\text{ш}}=7$ дБ, UL желісі үшін $K_{\text{ш}}=2.5$ дБ.

Есептеу үшін деректер:

$T=20^\circ$, $B= 3,84$ МГц, $K_{\text{ш}}=2,5$ дБ, $G_{\text{обр}}= 4$ дБ.

Қызметі деректерді беру 384 кбит/с, абоненттік жылдамдығы 3 км/сағ.

Құнды қабылдау $E_b/N_0=1,7$ дБ.

$$N = k \cdot T \cdot B = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293 \cdot 3,84 \cdot 10^6 = 1,55 \cdot 10^{-14} \text{Вт},$$

$$N = 10 \cdot \log(1,55 \cdot 10^{-14} / 0,001) = -108,2 \text{ дБм}$$

Қабылдағыштың шу қабатының қуаты

$$P_{\text{ш}} = N + K_{\text{ш}} = -108,2 + 2,5 = -105,7 \text{ дБ.}$$

Қабылдағыштың сезімталдығы

$$P_{\text{пр}} = -105,7 + 1,7 + 4 = -100 \text{ дБ.}$$

4.2 WCDMA желісінің максималды рұқсат етілген жоғалуын есептеу

Максималды рұқсат етілген шығындар

$$L_{\text{MARL}} = P_{\text{EIRP}} - S_{\text{RX}} + G_{\text{RxA}} - L_{\text{RxF}} - M_{\text{Build}} - M_{\text{int}} - M_{\text{Shade}} + G_{\text{HO}}, \quad (4.4)$$

мұндағы P_{EIRP} — таратқыш ЭИИМ, дБ;

S_{RX} — қабылдағыштың сезімталдығы, дБ;

G_{RxA} —антеннаның күшеюі, дБмен;

L_{RxF} — фидержолындағы шығындар, дБ;

M_{Build} — бөлмеге ену шегі, дБ;

M_{int} — жүйе ішілік кедергі үшін маржа, дБ;

M_{Shade} — көлеңкелеушегі, дБ;

G_{HO} — тапсырудан түскен пайда, дБ.

Рұқсат етілген жүйе ішілік кедергі үшін маржа.

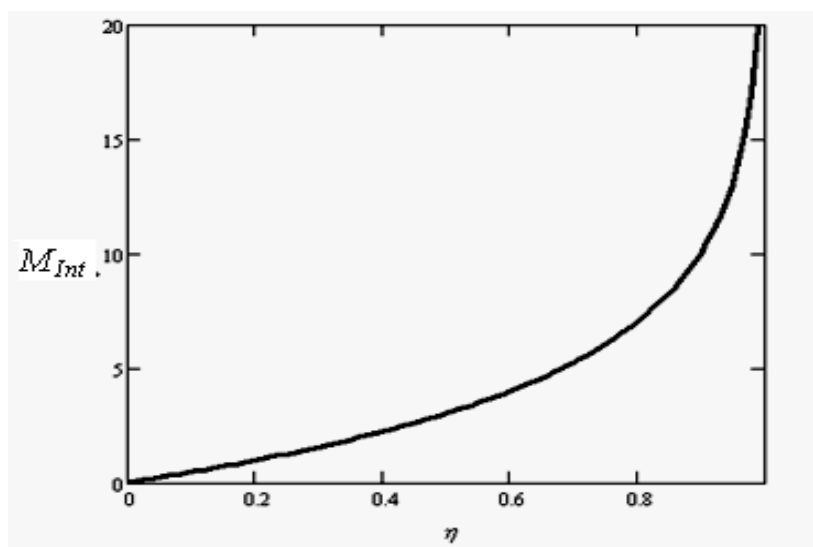
Есептеу қабылдағыш кірісіндегі шу қуатының жоғарылауын сипаттайтын жүйе ішілік кедергі үшін маржа мәнін пайдаланады. Есептеу үшін жүйе ішілік кедергі үшін маржа тең деп есептеледі

$$M_{\text{int}} = -10 \log_{10}(1 - \eta), \quad (4.5)$$

Мұндағы η -жоғары немесе төмен сілтемедегі салыстырмалы ұяшықты жүктеу.

Көріп отырғаныңыздай, жүйе ішілік кедергілерге арналған маржа ұяшық жүктемесінің функциясы болып табылады, ұяшықтағы рұқсат етілген жүктеме неғұрлым көп болса, есептеу кезінде соғұрлым үлкен маржа ескерілуі керек.

Жүктеме 100%-ға дейін өскенде, кедергі шегі шексіздікке ұмтылады және ұяшықты қамту аймағы нөлге дейін азаяды. Бұл шаманың мәнінің ұяшық жүктемесіне тәуелділігі 4.1-суретте көрсетілген.



4.1-сурет – Жүйе ішілік кедергіге маржа мәнінің тәуелділігі ұяшықтың салыстырмалы жүктемесінің мәні бойынша

Кесте 4.1 – Тез өшетін маржа мәндері

| Абонент түрі, жылдамдығы орын ауыстыру | Жылдам жүруге арналған әдеттегі бос орын өшуі |
|---|---|
| Төмен жылдамдық (3 км/сағ) | 3-5 дБ |
| Орташа жылдамдық (50 км/сағ) | 1-2 дБ |
| Жоғары жылдамдық (120 км/сағ) | 0,1 дБ |

Есептеу үшін деректер:

$P_{EIRP}=6,55$ дБ, $S_{RX} = -100$ дБ, $G_{RxA} = 0$ дБ, $L_{RxF}=0,3$ дБ, $\eta = 0,8$, $M_{Build-} = 17$ дБ,
 $M_{Shade}=9$ дБ, $G_{HO}=3$ дБ.

Кедергі үшін маржаны анықтаңыз M_{int} , дБ

$$M_{int} = -10\log_{10}(1 - \eta) = -10\lg(1 - \eta) = -10\lg 0,2 = 6,9 \text{ дБ.}$$

Максималды рұқсат етілген шығындар

$$L_{MARL} = 6,55 + 100 + 0 - 0,3 - 6,9 - 17 - 9 + 3 = 76,35 \text{ дБ.}$$

4.3 WCDMA жоғары байланысын (UL) есептеу

Бұл есептеу бірнеше кезеңде жүзеге асырылады:

- кірістегі минималды рұқсат етілген сигнал қуатын есептеу MS қабылдағыш;
- қабылданған сигналдың қажетті қуатын анықтау;
- базалық станцияның тиімді сәулелену қуатын есептеу;
- маршруттағы рұқсат етілген шығындарды анықтау.

4.3.1 Кірістегі минималды рұқсат етілген сигнал қуатын есептеу

Базалық станция қабылдағышы. BS қабылдағыштың кірісіндегі ең аз рұқсат етілген сигнал қуаты (4.1) формула бойынша анықталады.

$$P_{\text{пр}} \text{ (дБм)} = P_{\text{ш}} \text{ (дБм)} + \left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{\text{қаж}} \text{ (дБ)} + G_{\text{обр}} \text{ (дБ)},$$

мұндағы $\left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{\text{қаж}}$ – қажет-қажетті мән,

$G_{\text{обр}}$ – өңдеу табысы,

$P_{\text{ш}}$ – қабылдағыштың шу күші.

Талдау үшін Nokia Flexi WCDMA BTS BS жабдығының түрі таңдалды. Бұл базалық станцияның қабылдағыш шуының көрсеткіші 3 дБ-ден аз. Есептеу үшін біз $K_{\text{ш}}=2,5$ дБ аламыз.

BS қабылдағыш шуының қуаты (4.2)

$$P_{\text{ш}} = N + K_{\text{ш}} \text{ (дБм)}.$$

Ең аз рұқсат етілген мән E_b/N_0 бұл үшін қабылдағыш кірісінде қызмет түрі абоненттік жылдамдығы 3 км/сағ кезінде 1,7 дБ құрайды.

Өңдеу табысы болып табылады

$$G_{\text{обр}} = 10 \log(R_{\text{чип}} / R_{\text{польз}}), \quad (4.6)$$

мұндағы $R_{\text{чип}}$ – UMTS чип жылдамдығы, чип/с,

$R_{\text{польз}}$ – пайдаланушы деректерін беру жылдамдығы, кбит/с.

Сондай-ақ, жұмсақ тапсыру есебінен пайданы және жүйе ішіндегі кедергілер үшін маржаны ескеру қажет. Біз пайданың мәнін тең қабылдаймыз $G_{\text{хо}}=2$ дБ. Бастапқы есептеу үшін салыстырмалы ұяшық жүктемесінің мәні алынады.

50%-ға тең. Ұяшықтың салыстырмалы жүктемесінің қолайлы мәні 50% құрайды.

Жүйе ішілік кедергі үшін маржа тең

$$L_n = -10 \log_{10}(1 - \eta) \quad (4.7)$$

Жоғарыда аталған факторларды ескере отырып, BS қабылдағыштың кірісіндегі ең аз рұқсат етілген сигнал қуаты

$$P_{\text{пр,с}} = P_{\text{ш}} + \left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{\text{қаж}} + G_{\text{обр}} + L_n + G_{\text{хо}} \text{ (дБм)}. \quad (4.8)$$

Есептеу үшін деректер:

$$K_{\text{ш}}=2,5\text{дБ}, E_b/N_0=1,7 \text{ дБ}, V_{\text{чип}}=3,84\cdot 10^6\text{чип/с}, R_{\text{польз}}= 384 \text{ кбит/с}, \eta =0,5$$

Қабылдағыштағы термиялық шу күші:

$$N= k \cdot T \cdot B=1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 293 \cdot 3,84 \cdot 10^6=1,55 \cdot 10^{-14} \text{ В},$$

$$N=10\lg(1,55 \cdot 10^{-14}/0,001)=-108,2 \text{ дБм}$$

BS қабылдағыш шуының қуаты (4.2) формуламен:

$$P_{\text{ш}} = N + K_{\text{ш}}=-108,2+2,5=-105,7\text{дБм}$$

Өндеу табысы болып табылады:

$$G_{\text{обр}} = 10\log(R_{\text{чип}}/ R_{\text{польз}})=10\log(3,84 \cdot 10^6/384 \cdot 10^3)= 10 \text{ дБ}$$

Жүйе ішілік кедергі үшін маржа тең:

$$L_n = -10\log_{10}(1 - 0.5)=3 \text{ дБ}$$

BS қабылдағышының кірісіндегі ең аз рұқсат етілген сигнал қуаты:

$$P_{\text{пр,с}} = P_{\text{ш}} + \left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{\text{қаж}} + G_{\text{обр}} + L_n + G_{\text{хо}}=-105,7+1,7+10+3-2=-103\text{дБ}$$

Қажетті қабылданатын сигнал қуатын анықтау. Қажетті қабылданған сигнал қуаты келесімен беріледі:

$$P_{\text{пр}} = P_{\text{прбс}} + L_{\text{фидер}} - G_{\text{бс}} + L_{\text{ff}} \text{ (дБ)}, \quad (4.9)$$

мұндағы $L_{\text{фидер}}$ -фидер шығындары, дБ. Әдетте, фидердің ұзындығы мен түрі ондағы әлсіреу мәні 3 дБ аспайтындай етіп таңдалады;

$G_{\text{бс}}$ -базалық станцияның антеннасының күшеюі, дБ;

L_{ff} -жылдам өшуге арналған маржа, дБ.

Есептеу үшін деректер:

$L_{\text{фидер}} = 3$ дБ, $G_{\text{бс}} = 0$ дБ, $L_{\text{фф}} = 3$ дБ.

Сонда болады:

$$P_{\text{пр}} = P_{\text{прбс}} + L_{\text{фидер}} - G_{\text{бс}} + L_{\text{фф}} = -103 + 3 - 0 + 3 = -97 \text{ дБ.}$$

Жылжымалы станцияның тиімді сәулелену қуатын есептеу.

Жылжымалы станцияның тиімді сәулелену қуаты:

$$P_{\text{изМС}} = P_{\text{МС}} + G_{\text{БС}} - L_{\text{тело}} \text{ (дБм)} \quad (4.10)$$

мұндағы $P_{\text{МС}}$ -жылжымалы станция таратқыш қуаты. Есептеу үшін алынған стандартпен анықталған жылжымалы станцияның ең аз қуаты (21 дБм);

$G_{\text{БС}}$ -базалық станцияның антеннасының күшеюі, тең қабылданған 0 дБ;

$L_{\text{тело}}$ -абоненттің денесіндегі әлсіреу шығындары. Есептеу үшін $L_{\text{тело}}$ қабылдау 3 дБ-ге тең.

Айта кету керек, дененің әлсіреуінің жоғалуы дауыстық қызмет түрлері үшін ескеріледі, ал деректер қызметтері үшін ескерілмеуі мүмкін.

$$P_{\text{изМС}} = P_{\text{МС}} + G_{\text{БС}} - L_{\text{тело}} = -21 + 0 - 3 = -24 \text{ дБм}$$

Жылжымалы станцияның тиімді сәулелену қуатын есептеу Жолдың максималды рұқсат етілген шығыны

$$L = P_{\text{изМС}} - P_{\text{пр}} \quad (4.11)$$

$$L = P_{\text{изМС}} - P_{\text{пр}} = -24 + 97 = 73 \text{ дБ}$$

4.4 WCDMA төмен байланысын (DL) есептеу

Бұл есептеу де бірнеше кезеңде жүзеге асырылады:

- кірістегі минималды рұқсат етілген сигнал қуатын есептеу, MS қабылдағыш;
- қабылданған сигналдың қажетті қуатын анықтау;
- базалық станцияның тиімді сәулелену қуатын есептеу;
- маршруттағы рұқсат етілген шығындарды анықтау.

Кірістегі минималды рұқсат етілген сигнал қуатын анықтау

MS қабылдағыштың кірісіндегі ең аз рұқсат етілген сигнал қуаты q сәйкес өрнекпен анықталады (BS үшін сияқты)

$$P_{\text{прмс}} \text{ (дБм)} = P_{\text{ш}} \text{ (дБм)} + \left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{\text{қаж}} \text{ (дБ)} + G_{\text{обр}} \text{ (дБм)}, \quad (4.12)$$

Мобильді станция қабылдағышы BS қабылдағышына қарағанда қарапайым, ол қарапайым компоненттерді пайдаланады, демек, оның шу көрсеткіші жоғары. MS қабылдағышының шу көрсеткіші стандарт бойынша <9дБ болуы керек. Есептеу үшін біз аламыз $K_{ш}=8$ дБ.

MS Receiver Noise Power:

$$P_{ш} = N + K_{ш}. \quad (4.13)$$

Жүйе ішілік кедергілер шегін және жұмсақ тапсырудан түсетін пайданы ескере отырып, MS қабылдағыштың кірісіндегі ең аз рұқсат етілген сигнал қуаты

$$P_{прМС} = P_{ш} + \left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{қаж} + G_{обр} + L_n + G_{хо} \quad (дБм) \quad (4.14)$$

мұндағы E_b/N_0 қажет-ең төменгі рұқсат етілген мән E_b/N_0 осы қызмет түрі үшін қабылдағыш кірісінде абоненттік жылдамдығы 3 км/сағ кезінде 4,8 дБ құрайды;

$G_{обр} = 10 \log(R_{чип}/R_{артықшылықтар})$;

$R_{чип}$ - UMTS стандартты чип жылдамдығы, чип/с;

$R_{польз}$ - пайдаланушы деректерінің жылдамдығы. Кбит/с;

L_n - жүйе ішілік кедергі үшін маржа.

Ұяшық кемуде деп есептейік Жол өсу жолындағы сияқты жүктеледі.

$L_n = 3$ дБ;

$G_{хо}$ - жұмсақ тапсыруға байланысты пайда, дБ.

Есептеу үшін деректер:

$K_{ш} = 8$ дБ;

$R_{чип}$ - UMTS чипінің жылдамдығы $3,84 \cdot 10^6$ чип/с;

$R_{польз}$ - пайдаланушы деректерін беру жылдамдығы 384 кбит/с;

L_n - жүйе ішілік кедергі үшін маржа. Ұяшық кемуде деп есептейік сызық өсудегі сияқты жүктеледі $L_n = 3$ дБ;

$G_{хо}$ - жұмсақ тапсырудың арқасында пайда, біз қабылдаймыз 2 дБ.

MS Receiver Noise Power

$$P_{ш} = N + K_{ш} - 108,2 + 8 = -100,2 \text{ дБм.}$$

Жүйе ішілік кедергілер шегін және жұмсақ тапсырудан түсетін пайданы ескере отырып, MS қабылдағыштың кірісіндегі ең аз рұқсат етілген сигнал қуаты

$$P_{прМС} = P_{ш} + \left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{қаж} + G_{обр} + L_n + G_{хо} = -100,2 + 4,8 + 10 + 3 - 2 = -94,4 \text{ дБм,}$$

мұндағы $(E_b/N_0)_{қаж}$ - ең төменгі рұқсат етілген мән.

E_b/N_0 кіреберісте осы қызмет түрі үшін қабылдағыш 3 км/сағ абоненттік жылдамдықта 4,8 дБ құрайды.

$$G_{обр} = 10\log(R_{чип}/R_{польз}) = 10\log(3,84 \cdot 10^6 / 384 \cdot 10^3) = 10 \text{ дБ.}$$

4.5 Қажетті қабылданған сигнал қуатын анықтау

Қажетті қабылданатын сигнал қуаты келесімен беріледі

$$P_{пр} = P_{прмс} + L_{тело} - G_{МС} + L_{ff} \text{ (дБм)},$$

мұндағы $L_{тело}$ -абоненттің денесіндегі әлсіреу шығындары.

Тасымалдау қызметтері үшін деректер $L_{тело} = 0$;

$G_{МС}$ - жылжымалы станцияның антеннасының күшеюі, дБ. Мағынасы $G_{МС}$

0 дБ тең қабылданады;

L_{ff} - жылдам өшуге арналған маржа, дБ.

$$P_{пр} = P_{прмс} + L_{тело} - G_{МС} + L_{ff} = -94,4 + 0 - 0 + 3 = -91,4 \text{ дБм.}$$

Базалық станцияның тиімді сәулелену қуатын есептеу BS тиімді сәулелену қуаты:

$$P_{изБС} = P_{БС} + G_{БС} - L_{фидер} \text{ дБм,}$$

мұндағы $P_{БС}$ - базалық станция таратқышының қуаты, дБ;

$G_{БС}$ - базалық станция антеннасының күшейту коэффициенті, дБ;

$L_{фидер}$ - фидердегі әлсіреуге байланысты шығындар, дБ.

55 кодтық арналарға АРНАЛҒАН BS таратқышының қуаты 5 Вт құрайды, сондықтан

$$P_{БС} = \frac{P_{пер}}{55} = \frac{5000}{55} = 90,9 \text{ мВт (19,5 дБм)}$$

Бір кодтық арнаға таратқыштың шығарылатын қуаты:

$$P_{изБС} = P_{БС} + G_{БС} - L_{фидер} = 19,5 + 0 - 0,5 = 19 \text{ дБм (79,43 мВт)}$$

Базалық станция тиімді сәулелену қуаты:

$$P_{БСЭФ} = P_{изБС} * 55 = 79,43 * 55 = 4368,44 \text{ мВт} = 4,368 \text{ Вт}$$

Осылайша, ЭИИМ есептелген мәні $BC = 5Вт$ техникалық сипаттамаларында көрсетілген мәннен аспайды.

Рұқсат етілген жолды жоғалтуды есептеу Рұқсат етілген жолды жоғалту

$$L = P_{изМС} - P_{пр} - M_{Build}, дБ,$$

мұндағы M_{Build} – бөлмеге ену шегі, дБ.

Енумаржасының типтік мәндері:

- тығыз қалалық жерлерде 22 дБ;
- Орташа қалалық ортада 17 дБ;
- 12 дБ сирек даму жағдайында (қала маңында);
- Ауылда 8 дБ (көлікте сыртта).

$$L = P_{изМС} - P_{пр} - M_{Build} = 19 + 91,4 - 17 = 83,4 дБ$$

Кесте 4.2 – Есептеу нәтижелері

| Опциялар | Жоғары сілтеме | Төмен сілтеме |
|--|----------------|---------------|
| Ең аз рұқсат етілген қуат RPU кірісіндегі сигнал | - 103 дБм | - 94,4 дБм |
| Міндетті қуат қабылданған сигнал | - 97 дБм | - 91,4 дБм |
| Тиімді сәулеленген станцияның қуаты | 24 дБм | 19 дБм |
| Максимум рұқсат етілген шығын | 73 дБ | 83,4 дБ |

Есептеу нәтижелері алынған есептелген деректер WCDMA стандартты жабдықтың техникалық сипаттамаларына сәйкес келетінін көрсетеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттеу нәтижелері бойынша негізгі тұжырымдар, ұялы байланыс жүйелерінің тиімділігін арттыру әдістеріне талдау, WCDMA желілеріндегі қол жеткізу арналарының ұйымдары зерттелді, математикалық-статистикалық есептеулердің нәтижелері келесі қорытындылар жасауға мүмкіндік береді:

Бұл жұмыстың негізінде теориялық және практикалық талдаулар жатыр.

WCDMA бақылау жүйесінің тиімділігін бағалаудың ең үлкен икемді және оңтайлы әдісі таңдалды.

Atom sell (Bts3902e)-бұл микро базалық станция Хуавей компаниясының қазіргі заманғы дамуы, ол кішігірім өлшемімен, жеңіл салмағымен, плагин функционалдығымен, авто-конфигурациясымен сипатталады және жабдықты орнату орнына қойылатын талаптар жоқ, bts3902e микро базалық станциясын сатып алу арзан және орналастыру оңай, бұл оны тез және арзан ШЕШІМ ЕТЕДІ. ұялы байланыс радио желісін қамту сапасын арттыру және жақсарту.

Эксперименттік зерттеулер мыналарды анықтады:

- BS Atom ұяшығы қабылданатын сигналдың қуат деңгейін (RSSI) және сигналды/енгізу/шығаруды (Ec / Io)шектеуді автоматты түрде күшейтеді;
- BS Atom Cell ауқымы-тек 200 м шегінде;
- ұяшық атомы бар Ec/Io сызықтық регрессия модулі $y = -0,0865 x - 4,03$ түрінде болады, яғни 1 метр қашықтықтың ұлғаюымен сигнал/интерференция қатынасы орташа - 0,0865 дБ төмендейді;
- Атом ұяшығы бар RSSI сызықтық регрессия модулі $y = -0,22 x - 58,33$ түрінде болады, яғни қашықтықтың 1 метрге азаюымен сигнал энергиясы на - 58,33 дБм орташа мәніне енеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Morinaga, Norihiko Osaka Univ., Japan Nakagawa, Masao; Kohno, Ryuji. New concepts and technologies for achieving highly reliable and high-capacity multimedia wireless communications systems. Communications Magazine, IEEE Volume: 35, Issue: 1 Page(s): 34

2 Касаткин Н.Ф. Как улучшить покрытие сетей GSM/UMTS // Технологии и средства связи №2, 2007. – 119 с.

3 Яновский Г.Г. Современные проблемы науки в области телекоммуникаций. Эволюция и конвергенция СПб: Триада, 2008. – 312 с.

4 Бабков В.Ю. и др. Системы связи с кодовым разделением каналов / Бабков В.Ю., Никитин А.Н., Сивере М.А. – СПб: Триада, 2003. – 293 с.

5 Вишневский В.М. и др. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / Вишневский В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В. – М.: Техносфера, 2005. – 597 с.

6 RAN14.0 BTS3902E Product Description - <http://www.huawei.com>

7 RAN14.0 BTS3202B Product Description - <http://www.huawei.com>

8 Невдяев Л.М. Мобильная связь 3-го поколения / под ред. Горностаева Ю.М. – М.: ООО «Мобильные коммуникации», 2000. – 208 с.

9 Кузнецов М.А., Рыжков А.Е. Современные технологии и стандарты связи. – СПб: Линк, 2006. – 105 с.

РЕЦЕНЗИЯ
Дипломдық жұмыс

Бақберген Нұрахмет Маратұлы

6B06201 - Телекоммуникация

Тақырыбына: «Сымсыз байланыс тиімділігін арттыру».

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 56 парақ;
б) түсініктеме 5 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында кең жолақты сымсыз қатынауды жақсарту мәселелері қарастырылады. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары мен оптикалық кабель таңдалды және талдау жасалады.

Бұл дипломдық жұмыста ұялы байланыс жүйелерінің жағдайы және даму перспективалары қарастырылды.

Қатынау желілерінің оптикалық технологияларға ауысуы, оптикалық қатынау желілерінің архитектуралық ерекшеліктері келтірілді.

Дипломдық жұмыста оптикалық лазерлердің, базалық құрылымы сызбасында студент өз тарапынан қандай жақсартулар енгізуі мүмкіндігін көрсете алмаған. Кейбір орфографиялық қателер кездеседі.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған.

Бұл дипломдық жоба жоғарға оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғарғы дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер – желілерді құруды талдау және салыстыру технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жобаға "жақсы" (85%) деген баға, ал студент Бақберген Нұрахмет 6B06201 – Телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Рецензент:

“Корпорация Сайман”
ЖШС өндіріс бойынша
директордың орынбасары
Ә.Алиев

(қолы)

« 02 » 06 2023 ж.

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

Дипломдық жұмыс

Бақберген Нұрахмет Маратұлы

6B06201 - Телекоммуникация

Тақырыбына: «Сымсыз байланыс тиімділігін арттыру».

Берілген бітіру жұмысында сымсыз байланыс технологиясымен байланыс жұмысын ұйымдастыру мәселелері қарастырылады. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары таңдалды және талдау жасалады.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

Жұмыста WCDMA кіру арналарын ұйымдастыру құру жолдары, импульстерді шығару мен күшейтуге арналған құрылғылардың құрылысы көрсетілген.

Ұялы байланыс жүйесінің тиімділігін арттыру әдістері, артықшылықтары атап өтілді.

Ұялы үшін бағалау есебі жасалды.

Дипломдық жобаға 85 (жақсы) деген баға, ал студент Бақберген Нұрахмет телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Ғылыми жетекші

ЭТЖТ каф.аға оқытушысы,

техн. ғыл. кандидаты

Ермекбаев М.М.

(қолы)

« 01 » 2023 ж.



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Бақберген Нұрахмет Маратұлы

Тақырыбы: Сымсыз байланыс тиімділігін арттыру

Жетекшісі: Айнур Куттыбаева

1-ұқсастық коэффициенті (30): 1.2

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0

Дәйексөз (35): 1

Әріптерді ауыстыру: 39

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 4

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні 01.06.2023н

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Бакберген Нұрахмет Маратұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Сымсыз байланыс тиімділігін арттыру

Научный руководитель: Айнур Куттыбаева

Коэффициент Подобия 1: 1.2

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 4

Знаки из других алфавитов: 39

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата 01.06.2023г

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Бақберген Нұрахмет Маратұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Сымсыз байланыс тиімділігін арттыру

Научный руководитель: Айнур Куттыбаева

Коэффициент Подобия 1: 1.2

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 4

Знаки из здругих алфавитов: 39

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

1.06.2023г.
Дата

Мария С. С.
проверяющий эксперт