

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Нурмаханов Бекарс Идирисович

«MatLab көмегімен 5G жаңа радиосын модельдеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

 Е.Таштай

« 24 » 05 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «MatLab көмегімен 5G жаңа радиосын модельдеу»

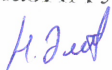
5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған:



Б.И.Нурмаханов

Пікір беруші
доктор PhD, ассоц.-профессор
КазНАУ



Н.Б.Әлібек
«20» мамыр 2022 ж.

Ғылыми жетекші
ЭТЖҒТ каф.сениор-лекторы,
экон.ғыл.канд.



А.Е.Куттыбаева
«20» мамыр 2022 ж.

Алматы 2022 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

Е.Таштай Е.Таштай

« 21 » XII 2021 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға ТАПСЫРМА

Білім алушы: Нурмаханов Бекарс Идирисович

Тақырыбы «MatLab көмегімен 5G жаңа радиосын модельдеу».

Университет ректорының «24» желтоқсан 2021 ж. № 489-П/Ө бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «20» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: а) 5G стандартының архитектурасы; б) Қабылдағыштың орташа жиілігі 8 МГц; в) Антенна-фидердік тракт толқындық кедергісі 75 Ом; г) Базалық станциядан антеннаның бағытталған коэффициенті 4,1 дБ; д) Базалық станцияның биіктігі 60 м.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі: 1) 5G архитектурасына шолу, нысанаға өлшеу жүргізу техникаларына шолу жасау; 2) 5G стандартына қойылатын талаптар; 3) MMW диапазонындағы сымсыз жүйелерді іске қосу; 4) Өшуліктерді есептеу.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

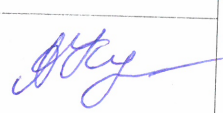
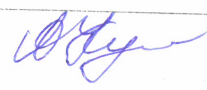

Ұсынылатын негізгі әдебиет 17 атау: 1.TS 32.500: Telecommunication management; Self-Organizing Networks (SON); Concepts and requirements. 2.SELFNET. Framework for Self-Organised Network Management in Virtualised and Software Defined Networks. [Online]. Available: <http://www.cognet.5g-ppp.eu/cognet-in-5gpp/>. 3. Степутин А.Н., Николаев А.Д. Мобильная связь на пути к 6G // учебник / Санкт-Петербург - Инфра-Инженерия, 2017.- 796 с. 4. Гимадинов Р. Ф., Мутханна А. С., Кучерявый А. Е. Кластеризация в мобильных сетях 5G. случай частичной мобильности // Информационные технологии и телекоммуникации. 2015. № 2 (10). С. 44–52. 5. Бакулин М.Г., Крейнделин В.Б., Шумов А.П. Повышение скорости передачи информации и спектральной эффективности беспроводных систем связи // Цифровая обработка сигналов. Рязань, РГРТУ, 2006. №1. С. 2–12.

**Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	01.12.2021-25.12.2021	орындалды
Теориялық ақпарат	20.01.2022 -25.02.2022	орындалды
Жабдықтар жұмысының есебі	25.02.2022 – 20.05.2022	орындалды

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	А.Е.Куттыбаева, ЭТЖҒТ каф.лекторы.	20.05	
Теориялық ақпарат	А.Е.Куттыбаева, ЭТЖҒТ каф.лекторы.	20.05	
Норма бақылау	С.Е.Ибекеев, техн.ғыл.магистрі, ЭТЖҒТ каф.лекторы	20.05	

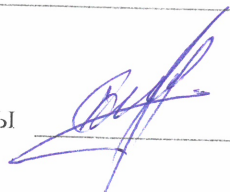
Ғылыми жетекшісі



А.Е.Куттыбаева

(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Б.И.Нурмаханов

Күні

« 20 » 05

2022 ж.

АҢДАТПА

Осы дипломдық жобада ҚР да 5G стандартындағы қазіргі заманғы сымсыз байланыс LTE технологиясын қолдана отырып зерттеу.

Жылжымалы байланыс желісін жобалау барысында **Matlab Simulink** бағдарламасын қолдана отырып, радиобайланыс аймағын есептеу және оңтайландыру.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте в Республике Казахстан изучается использование современной технологии беспроводной связи LTE технологии 5G.

Расчет и оптимизация зоны радиосвязи с помощью программы **Matlab Simulink** при проектировании сети мобильной связи.

ANNOTATION

In this diploma project in the Republic of Kazakhstan, the use of modern LTE 5G wireless communication technology is studied.

Calculation and optimization of the radio communication zone using the **Matlab Simulink** program when designing a mobile communication network.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1. 5 G архитектурасына жалпы шолу	10
1.1 5G кең жолақты желісі	10
1.2. 5G терминологиясы және болжалды қолданбалар	11
1.3. 5G желілеріне қойылатын талаптар	13
1.4. MMW диапазонындағы сымсыз жүйелерді іске қосу	14
1.5. LTE стандартының желілік архитектурасы	14
1.6. Өткізу қабілетін бөлу	16
1.7. LTE технологиясының радиожилік спектрі	17
1.8. Желілік SAE архитектурасы	25
1.9. Қайталама деректер	28
2. ӨЛШЕУЛЕРДІ ЖҮРГІЗУГЕ ҰСЫНЫЛАТЫН ӘДІСТЕР	29
2.1. LTE технологиясына талдау	29
2.2. Жилікті – телімдік бөлінуі мен жағдайға байланысты орналастырылу	36
2.3. Қажетті қуатты есептеу	37
2.4. БС тиесілі жүктемені есептеу	38
3. 5G жаңа радио моделіндегі QPSK/BPSK рөлі.	39
3.1. BPSK таратқыш пен қабылдағыш сызбасы	39
3.2. QPSK таратқыш және қабылдағыш диаграммасы	40
Қорытынды	42
Пайдаланылған Әдебиеттер тізімі	43

КІРІСПЕ

Қазіргі таңда 5G мобильді телекоммуникация стандарттарының негізгі кезеңі болып табылады. 5G ауқымы айта келгенде, мобильді кең жолақты қызметтерден келесі буын автомобильдері мен қосылған құрылғыларға дейін болады.

5G жаңа радиосының бастапқы сипаттамасы 2018 жылдың маусымында аяқталды және 3GPP Release-дің 15 спецификациясында жарияланды. Қазір әртүрлі сала кадрлары, соның ішінде желілік жабдық жеткізушілері, желі операторлары, жартылай өткізгіштер және құрылғылар өндірушілері жаңа стандартты енгізетін жаңа өнімдерді әзірлеуде.

Және де 5G-ді не басқарады деген сауалға жауап ретінде қарастырсақ, жалпы 5G –дің артында екі тенденция тұр. Олар: бейне және басқа да мазмұнға бай қызметтерді тасымалдай алатын сымсыз кең жолақты байланысқа сұраныстың қарқынды өсуі, және Интернет арқылы көптеген смарт құрылғылар байланысатын Интернет заттары. Осы мақсаттарға жету үшін 5G экстремалды кең жолақты жылдамдықты, өте төмен кідірісті және өте сенімді веб-байланысты қамтамасыз етеді.

5G желілері мен құрылғылары әртүрлі архитектураларды, радиоқабылдау технологиясын және физикалық деңгей алгоритмдерін қажет етеді. Шағын ұяшықтардың тығыз желілері миллиметрлік толқын технологияларында жұмыс істейтін және массивті МІМО антенналық массивтерін қолданатын макро базалық станцияларды толықтырады. Ал желілік жабдық пен пайдаланушы құрылғыларындағы өңдеу компоненттері интеграцияланған және бейімделгіш болады.

1. 5G архитектурасына жалпы шолу

1.1 5G кең жолақты желісі

Миллиметрлік толқын (мм) жиілік диапазонындағы массивті МІМО байланысы және спектрді тиімдірек пайдалануға қол жеткізетін жаңа радио алгоритмдер арқылы мүмкіндік береді. Жаңа дизайн архитектуралары мен алгоритмдері 5G жүйелерінің барлық аспектілеріне әсер етеді, антенналардан РЖ электроникасына дейін базалық жолақты алгоритмдерге дейін. Бұл ішкі жүйелердің өнімділігі соншалықты тығыз байланысты, олар бірге жобалануы және бағалануы керек.

5G сымсыз байланыс стандарты кеңейтілген мобильді кең жолақты (eMBB) режимімен айтарлықтай жоғары мобильді кең жолақты өткізу қабілетін қамтамасыз етеді. 3GPP Release 15 үшін бірнеше әдістер мен мүмкіндіктер стандартталған.

3GPP 15 шығарылымындағы 5G NR негізгі элементтерінің арасында:

- Сигнал өткізу қабілетін ұлғайту және қысқа кідіріс үшін ұлғайтылған ішкі тасымалдаушы аралығына сәйкес келетін қысқа слот ұзақтығы

- Қателерді тиімдірек түзету және деректер жылдамдығын жақсарту үшін деректерге арналған LDPC және басқару ақпаратына арналған полярлық кодтар сияқты арналарды кодтаудың жаңа әдістері

- Ағымдағы (<7,125 ГГц) және mmWave (>24 ГГц) жиіліктерінде жұмыс істеуге арналған кеңістіктік арна үлгілері

Бұл элементтер өткізу қабілеттілігін, кідіріс пен жүйе тиімділігін жақсартуға мүмкіндік береді, бірақ олар дизайныңызға күрделілік пен кідіріс қосуы мүмкін. MATLAB және Simulink-те қолдануға болатын жаңа құралдар 5G NR жаңа мүмкіндіктерін жылдам сипаттауға және бастапқы кезеңде дизайнға қатысты маңызды сұрақтарды қоюға мүмкіндік береді.

5G желісі архитектурасының негізгі принциптері

Желілік түйіндерді «пайдаланушы жазықтығы» (UP - User Plane) хаттамаларының жұмысын қамтамасыз ететін элементтерге және «басқару жазықтығы» (CP - Control Plane) хаттамаларының жұмысын қамтамасыз ететін элементтерге бөлу, олар айтарлықтай дәрежеде масштабтау және орналастыру тұрғысынан икемділікті арттырады (жеке құрамдас желі түйіндерін орталықтандырылған және орталықтандырылмаған орналастыруға мүмкіндік береді).

Түпкі пайдаланушылардың нақты топтарына көрсетілетін қызметтерге негізделген желі элементтерін желі деңгейлеріне бөлу (Network Slicing).

Виртуалды желі функциялары түрінде желілік элементтерді жүзеге асыру – VNF (Virtual Network Functions).

Орталықтандырылған және жергілікті қызметтерге бір уақытта қол жеткізуді қолдау, бұл бұлтты (тұмандық есептеулер) және шеттік (шеттік есептеулер) есептеулер тұжырымдамаларын жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Бір ядролы желімен (CN - Core Network) әртүрлі қол жеткізу желілерін (AN - Access Network) - 3GPP (New Radio - NR) және 3GPP емес (WiFi және т.б.) біріктіретін конвергентті архитектураның анықтамасы.

Бірыңғай алгоритмдер мен аутентификация процедураларын қолдау (қол жеткізу желісінің түріне қарамастан).

Есептеу ресурсы сақтау ресурсынан бөлінген күйі жоқ желі функцияларын қолдау.

Үй желісі арқылы (Үйге бағытталды) және қонақ желісінде (VPLMN) жергілікті қонумен (Жергілікті үзіліс) трафикті бағыттау арқылы роумингті қолдау.

1.2. 5G терминологиясы және болжалды қолданбалар

Ағымдағы 4G қолдайтын кең жолақты байланысқа қарағанда жоғары өткізу қабілеттілігін қамтамасыз ете отырып, 5G мобильді кең жолақты пайдаланушылардың жоғары тығыздығын қамтамасыз етеді және өте сенімді құрылғыдан құрылғыға және жаппай машиналық типтегі байланысты қолдайды.

Телефондар мен инфрақұрылымға, виртуалды және толықтырылған шындыққа, 3D және ультра HD бейнеге және сенсорлық кері байланысқа арналған сыйымдылығы жоғары және өте жылдам ұялы байланыс үшін.

URLLC — өте сенімді және төмен кідіріс;

Көліктен көлікке (V2V) және көліктен инфрақұрылымға (V2I) байланыс, автономды жүргізу үшін;

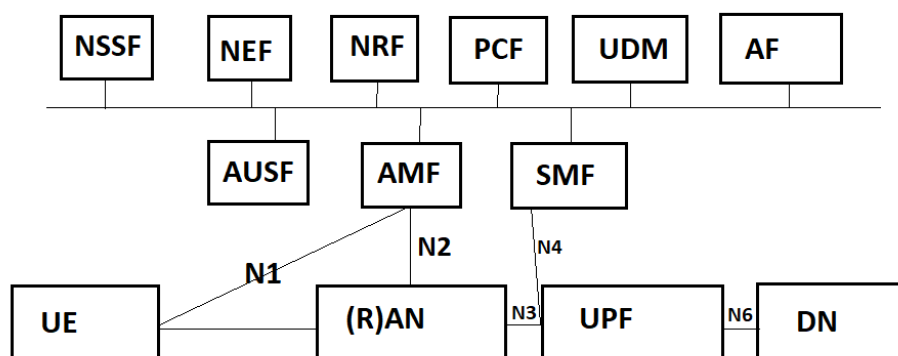
Mmtc (Massive Machine-Type Communications) немесе ММТК—Массалық машина типті коммуникациялар;

Тұтынушы және өнеркәсіптік IoT, Industry 4.0 миссиясы үшін маңызды машинадан машинаға (MC-M2M).

1.1 Кесте – 5G негізгі параметрлері

Әуе байланысындағы кідіріс	<1 мс
Кешігу (құрылғыдан ядроға)	<10 мс
Қосылу тығыздығы	100x және қазіргі 4G LTE
Ауданның сыйымдылығының тығыздығы	1 (Тбит/с)/км ²
Жүйенің спектрлік тиімділігі	10 (бит/с)/Гц/ұяшық
Бір қосылым үшін ең жоғары өткізу қабілеті (төменгі сілтеме).	10 Гбит/с
Энергия тиімділігі	LTE бойынша >90% жақсарту

5G желісі келесі негізгі бағдарламалық модульдерді және желілік функцияларды (NF) қамтиды:



1.1 Сурет – 5G желілік архитектурасы. Желілік функциялардың өзара әрекеттесуі.

Қолжетімділік пен ұтқырлықты басқару функциясы (AMF-Access and Mobility Management Function);

Сессияны басқару функциясы (SMF-Session Management Function);

Пайдаланушы деректерін беру функциясы (UPF - User plane Function);

Пайдаланушы деректерін басқару модулі (UDM-Unified Data Management);

Біріздендірілген дерекқор (UDR-Unified Data Repository);

Құрылымданбаған деректерді сақтау жүйесі(UDSF-Unstructured Data Storage Function);

Желі қабатын таңдау функциясы (NSSF - Network Slice Selection Function);

Саясатты басқару функциясы (PCF-Policy Control Function);

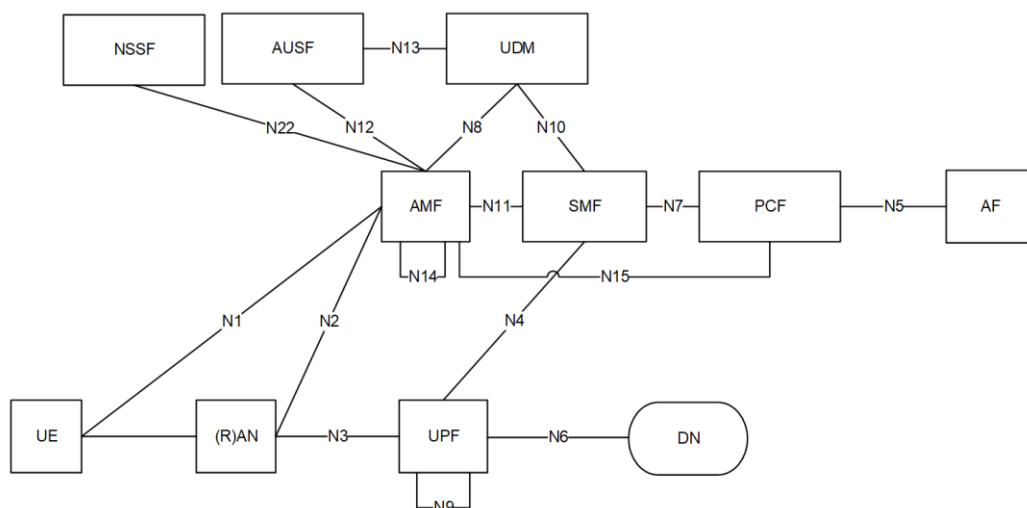
Сыртқы қосымшалармен өзара әрекеттесуді қамтамасыз ету функциясы (NEF - Network Exposure Function);

Желілік функцияларды сақтау (NRF-NF Repository функциясы);

Қолданбалы функция (AF-Application Function);

NAS протоколы (SMSF-SMS Function)арқылы қысқа мәтіндік хабар алмасуды қолдау функциясы;

3GPP емес қатынау желісімен өзара әрекеттесу функциясы (N3IWF - Non-3gpp InterWorking функциясы);



1.2-сурет. 5G желілік архитектурасы. Желілік интерфейстер.

Қол жеткізуді басқару және ұтқырлық функциясы (AMF) қамтамасыз етеді:

N1, N2 басқару жазықтығының интерфейстерін ұйымдастыру;

N1 интерфейсі арқылы NAS сигнализациясын алмасуды ұйымдастыру, nas сигнализациясының тұтастығын шифрлау және қорғау;

пайдаланушы терминалын (UE) желіде тіркеуді басқару және тіркеудің мүмкін күйлерін бақылау (RM-DEREGISTERED, RM-REGISTERED);

пайдаланушы терминалының (UE) желіге қосылуын басқару және мүмкін қосылу күйін басқару (cm-IDLE, CM-CONNECTED);

cm-IDLE күйінде желідегі пайдаланушы терминалының (UE) қол жетімділігін басқару;

cm-CONNECTED күйінде желідегі пайдаланушы терминалының (UE) ұтқырлығын басқару;

пайдаланушы жабдығы (UE) мен SMF арасында қысқа хабарлама жіберу; орналасқан жерді анықтау қызметтерін басқару;

ue және LMF орынды басқару функциясы (Location Management Function) арасында, сондай-ақ RAN және LMF арасында хабарлама жіберу;

EPS-пен өзара әрекеттесу үшін EPS деректер ағынының идентификаторын (Evolved Packet System) таңдаңыз;

n3iwf (non-3gpp InterWorking Function) өзара әрекеттесу модулі арқылы 3GPP кіру желілерінің белгісіз стандарттарымен өзара әрекеттесу.

Сондай-ақ, AMF қауіпсіздікті басқарудың ішкі функцияларын, соның ішінде якорьді қауіпсіздік функциясын (SEAF), қауіпсіздік контекстін басқару функциясын (SCMF) және қауіпсіздік саясатын басқару функциясын (SPCF) қамтуы мүмкін.

1.3. 5G желілеріне қойылатын талаптар

-Желінің өткізу қабілеті "төмен" желісі бойынша 20 Гбит/сек дейін (яғни абонентке); және кері бағытта 10 Гбит/с дейін.

-1 млн. құрылғы/км² дейін бір мезгілде қосылуды қолдау.

-Радиоинтерфейстегі уақыт кідірісін 0,5 мс-қа дейін (аса сенімді машина аралық байланыс қызметтері үшін URL C) және 4 мс-қа дейін (аса кең жолақты мобильді байланыс қызметтері үшін eMBB) қысқарту.

1.4. MMW диапазонындағы сымсыз жүйелерді іске қосу

Миллиметрлік толқындар толқын ұзындығы 1-ден 10 миллиметрге дейін 30 ГГц-ден 300 ГГц-ке дейінгі жиіліктер арасындағы радиожиілік сигналының спектрін білдіреді, бірақ сымсыз желілер мен байланыс жабдықтары тұрғысынан "миллиметрлік толқын" атауы әдетте 38, 60 және жақында табылған бірнеше таңдалған радиожиілік жолақтарына сәйкес келеді. 70 және 80 диапазондары Сымсыз желілер мен коммуникациялар мақсатында қоғамдық пайдалануға тағайындалған ГГц.

57-66 ГГц: 60 ГГц миллиметрлік толқын диапазоны немесе V диапазоны лицензияланған жұмыс үшін OFCOM арқылы реттеледі. Атмосфералық оттегімен сигналдың үлкен сіңуі және қатаң ережелер бұл жиілік диапазонын қысқа қашықтықтағы, "нүкте-нүкте" және "Нүкте-көп нүктелі" миллиметрлік толқындарда шешуге ыңғайлы етеді. 57-ден 64 ГГц-ке дейінгі жиілік диапазоны лицензияланған және реттелген, бірақ 64-тен 66 ГГц-ке дейінгі диапазон лицензияланбаған және өзін-өзі реттейді.

71-76 ГГц және 81-86 ГГц: 70 ГГц және 80 ГГц миллиметрлік толқын диапазондары немесе электронды диапазондар OFCOM-мен тек лицензияланған жұмыс үшін реттеледі және нүкте-нүкте және Нүкте-көп нүктелі миллиметрлік толқындарда сымсыз желілер мен деректерді беру үшін ең қолайлы диапазон болып саналады. Әр жолақта 5 ГГц спектрлік диапазоны бар, ол барлық басқа белгіленген жиіліктерден асып түседі. Әрбір 5 ГГц диапазоны бүкіл диапазонды өте тиімді пайдалануға мүмкіндік беретін біртұтас үздіксіз сымсыз тарату арнасы ретінде әрекет ете алады, бұл өз кезегінде 1-ден 3 Гбит / с-қа дейін жоғары өткізу қабілетіне әкеледі, мысалы, ООК (қосу-өшіру) немесе BPSK (екілік фазалық манипуляция) сияқты қарапайым модуляция әдістерін қолданады.. Бұл беріліс жылдамдығы әлдеқайда күрделі және жетілдірілген модуляция бұйрықтарын қолдана отырып, төменгі жиіліктерде кездесетіндерге қарағанда едәуір жоғары, сондықтан бірдей озық технологияларды қолдана отырып, одан да жоғары беріліс жылдамдығына миллиметрлік толқындық құрылғылар арқылы қол жеткізу керек. Бұл нарықтық сұраныс оларды бірінші орынға қоятын уақыт мәселесі болуы керек.

1.5. LTE стандартының желілік архитектурасы

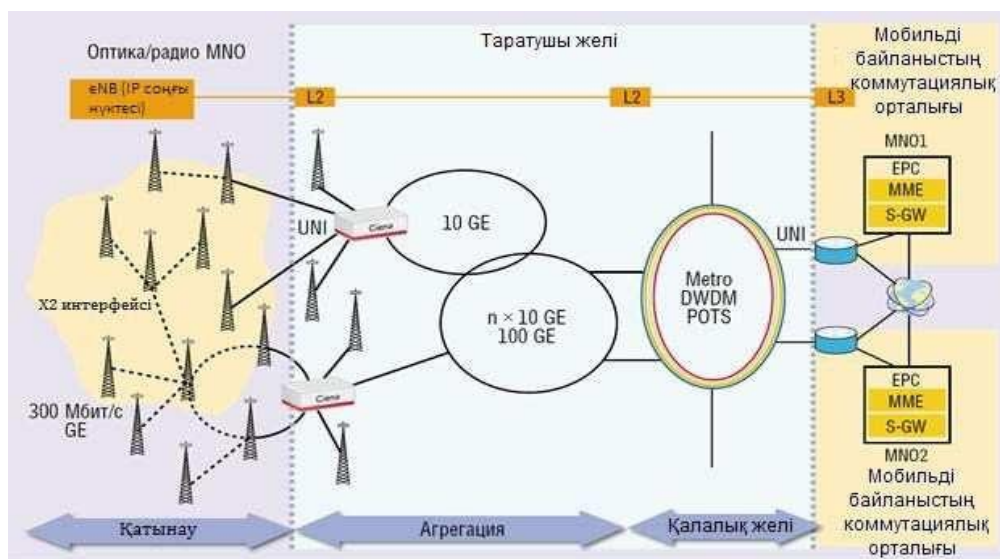
LTE желісінің архитектурасы «тігіссіз» мобильділігі бар дестелік трафикті, сапалы қызметтің жоғары көрсеткішін қамтамасыз ететіндей және дестелерді минималды кідіріспен жеткізетіндей етіп жасалынған. LTE стандартын құрастырушылардың негізгі мақсаты – желі құрылысын барынша жеңілдету және 3G UMTS жүйесіне тән желілік протоколдардың міндетін қайталауды болдырмау.

LTE стандартының архитектурасында барлық желілердің бір-бірімен өзара әрекеттесуі екі тораптың арасында болады: базалық станция (eNB) және ішінде GW (Gateway) желілік шлюзі бар мобильді басқару блогі (MME).

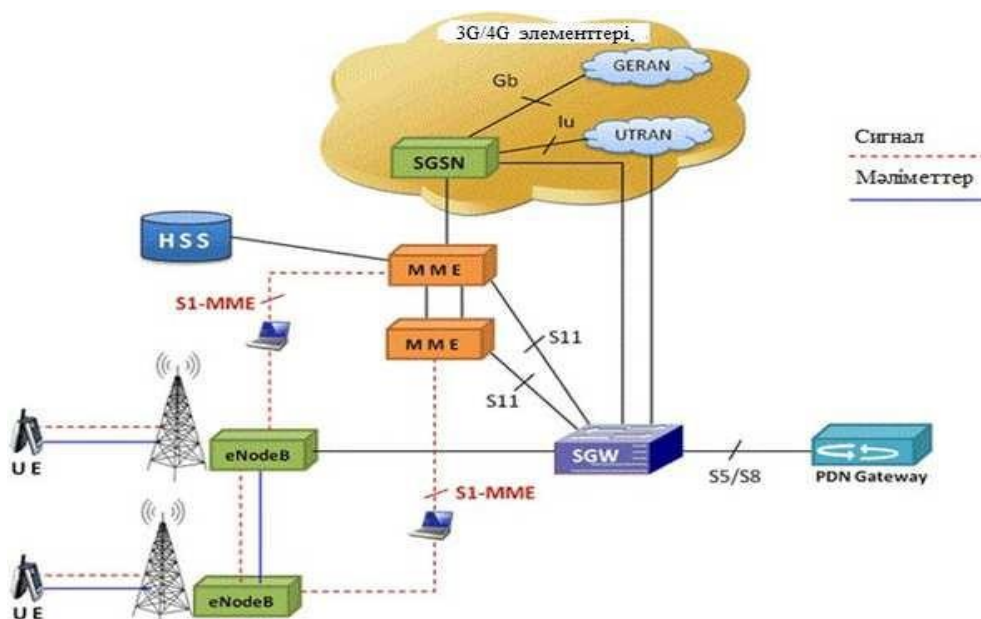
LTE желісі физикалық деңгейде екі компоненттен тұрады: E-UTRAN радиожелісі және SAE (System Architecture Evolution) базалық желісі. LTE-нің таратушы транспорттық желісінің жалпыланған архитектурасы 2.2 – суретте көрсетілген.

E-UTRAN желісі eNB базалық станцияларынан тұрады. Базалық станциялар толық байланысты желінің элементтері болып табылады және өзара «бірімен-бірі» принципі бойынша байланысқан. Әр eNB-да дестелер коммутациясы принципі бойынша құралған SAE базалық желісімен S1 интерфейсі бар.

LTE желісіндегі eNB-ға келесі функциялар жүктелген: радиоресурстарды басқару, тұтынушының мәліметтер ағынын шифрлеу, тұтынушы жазықтығында мәліметтер дестелерін қызмет көрсететін шлюз бағытында маршруттау, шақыру мен хабарлау ақпаратын диспетчеризация және тарату, мобильділікті басқару үшін есептерді әлшеу және құрастыру (2.3-сурет).



2.2. сурет – LTE – нің таратушы транспорттық желісінің жалпыланған архитектурасы

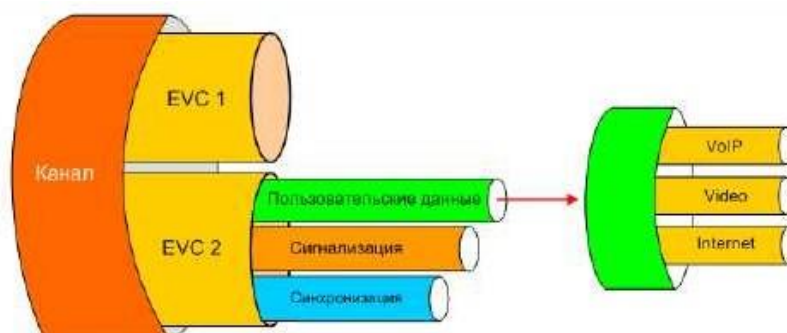


2.2 сурет – LTE желісінің архитектурасы

Енгізілген eNB икемділігі, LTE–Advanced функционалдығын кеңейту үшін, LTE көшіргеннен кейін ұстап тұруға мүмкіндік береді.

1.6. Өткізу қабілетін бөлу

2.4 суретте EVC (Ethernet Virtual Circuit) өткізу қабілетін бөлудің арналған әр түрлі трафик сыныптамасы пайдаланушы деректермен және синхрмұндағыу жайылуы немесе бірнеше MNO бір алаңда, немесе тіпті мобильді трафиктің бірнеше ұрпақтарарасындағы жеңілдетілген схемасы келтірілген.



2.4. сурет – Әр түрлі трафик сыныптамасы үшін өткізу қабілетін бөлу

EVC2 (2.4 сурет) көптеген CE–VLAN тұруы мүмкін, ал әрбір CE–VLAN, өз трафик сыныптамасына (мысалы, пайдаланушы деректер немесе сигнал үшін синхронды) бөлінеді.

Желісінің өткізу қабілетін кем дегенде екі оңтайлы сервис сыныптамасы мүмкіндігінше және қосымша сыныптаманың қатаң басымдық трафигін азайту үшін кідірілген синхрмұндағыу үшін көлемін қолдау қажет.

Нақты стандарты LTE ие үлкен дәрежеде интерфейсімен басқа да жүйелері жылжымалы байланыста сәйкестендіріледі.

1.7.LTE технологиясының радиожилік спектрі

FDD (frequency division duplex) технологиясы жұптық спектрін, яғни екіжелінің жиілігі бір арна үшін uplink және басқа да арна үшін әжептәуір жақын пайдалануды болжайды.

TDD (time division duplex) технологиясы бір жиілік диапазоны үшін арналарды uplink әжептәуір жақын бөле отырып, олардың уақыты бойынша пайдаланады. Қазіргі уақытта бұл жиілік жолақтары үшін LTE нөмірлері 1– ден 22 үшін пайдаланылады жұптық спектрмен (FDD), ал жолақтар саны 33– тен 43 – паралы спектрмен (TDD) қабылданды.

2.1 кестеде көрсетілгендей, пайдаланылатын LTE желісін дамытудың диапозмұндағыры үшін меңгеріледі, немесе қазірдің өзінде Қазақстанда ұялы байланыс желілерінің және түрлі құрылғыларда сымсыз қатынау мүмкіндігі игерілді. Сондықтан, Қазақстанда LTE–желілерін енгізу және

технологияларды белгілі бір қиындықтармен таңдау және рұқсат алу жоспарында жиілік диапазонына байланысты пайдалану. Нәтижесінде, LTE желілерін Қазақстанда енгізуді тығыз өткізу қажеттілігі бірқатар ұлттық рәсімдерді босату үшін қажетті жиіліктер немесе олардың қайта жоспарлау аясында қажеттілігіне өзгерістер байланысты радиожилік спектрін пайдалану. Бөлу жиіліктері үшін перспективалы радиотехнология белдеулерін, соның ішінде LTE, келесі түрде көрінеді:

LTE FDD жиілік диапазонында band 3 жұмысы:

— жиілік жолағын "абонентке" беру бағытында 1860...1880 МГц;

— жиілік жолағы "абоненттің" беру бағытында 1765...1785 МГц; 3GPP

Release 9 стандартының үйлесімділігі

LTE (3GPP EUTRA) Band 20 жиілік диапазонында: жұмыс жиілік жолағын абонентке беру бағытында (әжептәуір жақын) 832–862 МГц; жиілік жолағы "абонент" беру бағытында (uplink) 791–821 МГц; Жұмыс жиілігі желілерін 4G LTE: 800–1900 МГц. Sid типті радиокадрлар [4]. 1– Дуплекстік жиілік типі – толық дуплекс және жартылай дуплекске арналған. Мұндай кадр 20 слоттардан (ұзақтығы 0,5 мс), 0–ден 19 нумерациясынан тұрады. Екі аралас ұяшық субкадрды құрайды (2.5 сурет).



2.5 сурет – LTE кадрлық құрылымы кезінде дуплекстік жиіліктік бөлуарналары

2.5 суретте көрініп тұр, жартылай дуплексті режим радиокадрда жоғарғы және төменгі арналарда параллель беріледі, бірақ уақытша жылжу стандартында ескертілген.

2 типті радиокадр ғана уақытша дуплекстеуге арналған. Ол ұзақтығы 5 мс екі жартыкадрден тұрады.

Жоғарыда айтылғандай, LTE–де OFDM модуляция, жақсы зерттелген жүйелерінде DVB, Wi-Fi және WiMAX пайдаланылады. Естеріңізге сала кетейік, OFDM технологиясы, белгілі бір қадам жиілігі бойынша орналасқан

Δf кеңжолақты сигнал арқылы тәуелсіз модуляция түрін $S_k(t) = a_k \cdot \sin [2\pi (f_0 + k\Delta f)]$ беруді болжайды. OFDM уақытша облысы – деректер өрісі (пайдалы ақпарат) және циклдық префикс CP (Cyclic Prefix) – қайта берілетін фрагмент соңына, алдыңғы нышаны деп аталатын символды қамтиды. Префикс мақсаты

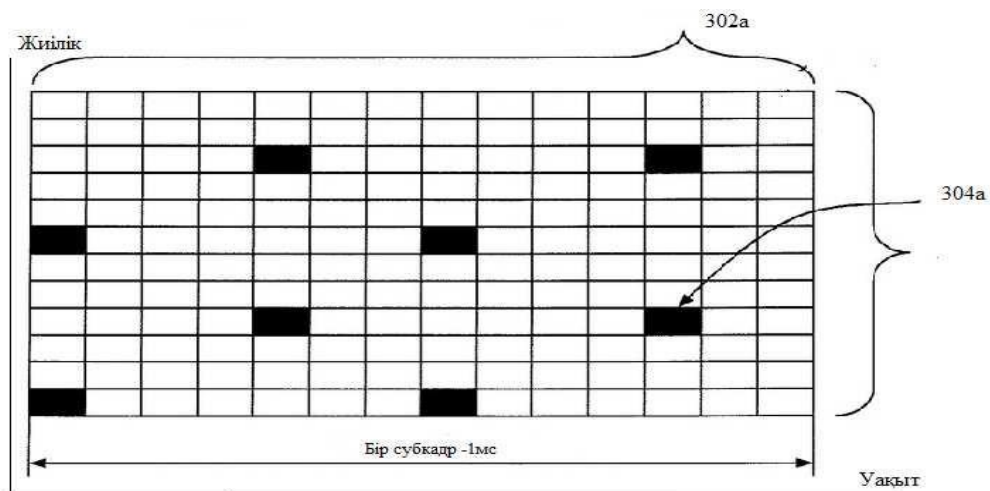
– қабылдау салдарынан көпсәулелік тарату сигнал интерференциялық символаралық күрес. Шағылысқан сигнал префиксті емес аймағында разрядтарына кешігіп түсетін, пайдалы сигнал әсер етеді. LTE–де қабылданған стандартты қадам арасындағы $\Delta f = 15$ кГц символ ұзақтығын – 66,7 мсм сәйкес келеді

2.1 кесте – Радиоқатынау желілерінің және E-UTRA үшін жиілік диапазондары

Жұмыс диапазоны	Жиілік диапазоны, МГц		Дуплекс түрі
	Жоғары бағыт (UL)	Төменгі бағыт» (DL)	
1	1920–1980	2119–2170	FDD
2	1850–1910	1930–1990	FDD
3	1710–1785	1805–1880	FDD

4	1710–1855	2110–2155	FDD
5	824–849	869–894	FDD
6	830–840	875–885	FDD
7	2500–2570	2620–2690	FDD
8	880–915	925–960	FDD
9	1749,9–1784,9	1844,9–1879,9	FDD
10	1710–1770	2110–2170	FDD
11	1427,9–1452,9	1475–1500,9	FDD
12	628–716	728–746	FDD
13	777–787	746–756	FDD
14	778–798	758–768	FDD
17	704–716	734–746	FDD
18	815–830	860–875	FDD
19	830–845	875–890	FDD
33		1900–1920	TDD
34		2010–2025	TDD
35		1850–1910	TDD
6		1930–1990	TDD
37		1910–1930	TDD
38		2570–2690	TDD
39		1880–1910	TDD
40		2300–2400	TDD
41		2496–2690	TDD
42		3400–3600	TDD
43		3600–3800	TDD

Төменгі және жоғарғы арналарда OFDM технологиясының қолдануы әр түрлі. Төменгі арнада бұл технология дабылды жіберу үшін ғана емес, көптеген рұқсаттарды ұйымдастыруға (OFDMA) қолданылады. Яғни, абоненттік арналардың мультиплексерленуіне. Сипатталған физикалық құрылымдық блоктан басқа, логикалық құрылымдық блок түсінігі енгізіледі. Ресурсты элементтер санына байланысты олар эквивалентті, бірақ физикалық блок ресурсты элементтерін логикалыққа бейнелеп көрсетуінің екі амалы бар. Олар, бірге бір және бөлісілген. Сонғы жадайда, логикалық ресурсты блок элементтері ресурсты тор бойынша бөлінеді (2.7 – сурет).



2.6 сурет – Бір антеннамен жұмыс істеу кезінде LTE ресурстық төменгі арнасында тіреуіш сигналдың (cell-specific) орналасуы

Дестелі желілермен салыстыранда, LTE желісінде тасымалдаушының синхронизациясын және бағалайтын физикалық преамбуласы жоқ. Бұның орнына әр ресурсты блоктарға арнайы тіреу және синхронизациялайтын дабылдар қосылады. Тіреуші дабылдар үш түрлі болады: (Cell-specific) ұяшығын сипаттайтын, нақ абоненттік құрылғымен байланысқан дабыл, және MBSFN кең таралатын мультимедиялық сервисіне арнайы сигнал. Тіреуші дабыл жіберу арнасындағы жағдайды тікелей анықтау үшін қызмет етеді (қабылдаушыға оның тұрған жері және қазіргі жағдайы белгілі). Осы өлшеулер негізінде арнаның жағдайын қалған тасымалдаушылар үшін анықтауға болады және интерполяция көмегімен олардың бастапқы жағдайына қайта келтіруге болады. Тіреуші cell-specific дабылы басаңдейтін арнаның әр субкадрында болуы керек. (MBSFN жіберу жағдайларынан басқа). Дабыл формасы Голдтың реттілік кездейсоқ негізінде анықталады.

Бұндай тіреуші дабыл ресурсты элементтер бойымен тең бөлінген. Осылай, префикстің стандартты ұзындығында ол OFDM символының 0–ші және 4шісінде көрсетіледі. Тіреуші дабылдардан басқа басқа, бәсеңдейтін арнада синхронизациялайтын дабылдар көрсетіледі. Синхронизациялайтын дабылдар одан басқа Cell ID анықтайды. LTE желісінде W-CDMA технологиясындағыдай ұяшықтарды сәйкестендіру иерархиялық структурасы қабылданған. Болжау бойынша, физикалық деңгейде 504 Cell ID қол жетімді. Олар әрқайсысы үш идентификатордан 168-ID топтарға бөлінген. Топ нөмірі $N/(0-167)$ және мұндағығы идентификатор нөмірі $V2(0-2)$ ID ұяшықтарынан анықтайтыны сөзсіз. Екі синхродабыл қолданылады. Біріншілік синхросигнал және екіншілік синхросигнал. Біріншілік синхродабыл жиіліктік жоспарда 62 элементті реттілікті көрсетеді. Бұндай ресурсты топтарда бөлінген 62 элементті реттілік, соңғы OFDM таңбасының 0 және 10 слоттары (субкадрлар 0 және 5) 1–ші типті радиокадрда жіберіледі. 2–ші типті радиокадрда біріншілік синхро дабылды жіберу үшін, 1 және 6 субкадрларының үшінші OFDM таңбасы қолданылады. Екіншілік синхродабыл ID-топтың N1 нөмірінде генерацияланады. Ол 1 типті радиокадрдың 0 және 10 слоттарында (CP стандарты кезіндегі бесінші OFDM таңба) және 2 – ші типті радиокадрдың 1 және 11 слоттарында (CP стандарты кезіндегі алтыншы OFDM таңба). Төменгі арнада дабылдың қалыптасуы ақпараттарды цифрлық жіберу жүйесі үшін жеткілікті стандартты. Ол арналық кодтау, скремблену, модуляциялы таңбалардың қалыптасуы, олардың антенналық порттармен және ресурсты элементтерге және OFDM таңбаларының синтезінің бөлінуі. Арналық кодтау MAC – деңгейінен түсетін ақпараттар блогы үшін бақылау суммаларын есептеуін түсінеді. Одан кейін, бақылау суммасы бар блоктар 1/3 кодтау жылдамдығымен кодер арқылы қайта өңделеді. LTE желісінде турбокод немесе ұйыстыру коды қарастырылған. Кодталған реттілік бөлінгеннен кейін скремблерге түседі(кіріс реттілікке $x(i)$ келесі процедура орындалады

$$d_{rr}(i) = x(i) + c(i), c(i) -$$

Одан кейін комплексті модуляцияланған таңбалар қалыптасады (QPSK

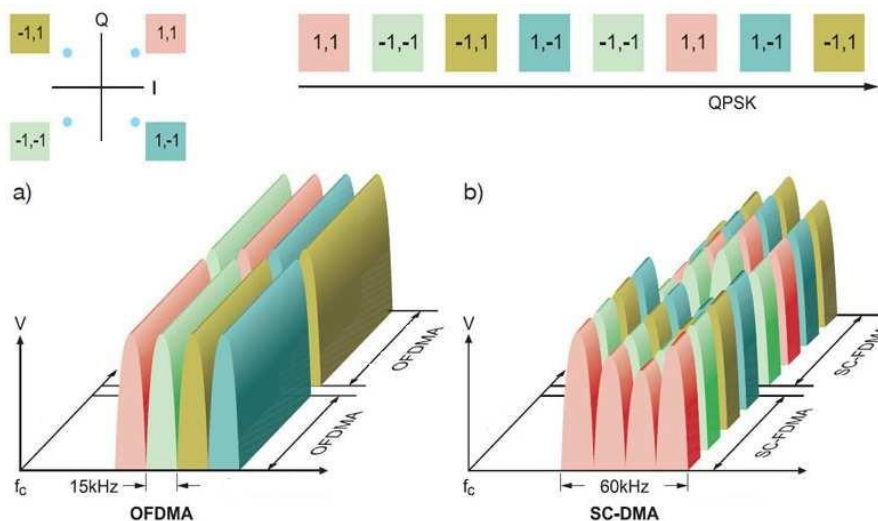
16 және 64-QAM) және ресурстық элементтер бойынша бөлінеді. Әрі қарай OFDM – таңбаларының синтезі орындалады, олардың реттілігі берілген жиілік диапазонындағы шығыс сигналды қалыптастыратын модуляторға түседі. Қабылдау кезінде бұл процестің бәрі керісінше жүреді

Жоғарғы арна

OFDM – ді циклдік префикспен бірге қолдану байланысты радиоарнаның параметрлерінің уақыттық дисперсиясына тұрақты қылады. Нәтижесінде, қабылдаушы жағында қиын эквалайзер қажетсіз болады. Бұл бәсеңдейтін арнаның ұйымдастыруына өте қажетті, себебі қабылдаушымен дабылдың өңделуі жеңілдейді және терминалдың және оған кететін қуаттың бағасын төмендетеді. Жоғарғы арнада ұйғарымды сәулелену қуаты төменгі арнаға қарағанда төмен. Сондықтан, бірінші болып ақпараттарды жіберу тәсілінің энергетикалық тиімділігі болады. Мақсаты орын толтыру аймағын кеңейту, терминалдық құрылғының және оның қолданатын қуаттың бағасын төмендету. OFDMA технологиясының негізгі кемшілігі – дабыл қуатының (PAR) ақырғы және ортаңғы сәйкестігі. Бұл уақыттық аумақта OFDM – дабылының спектрі жоғарғы PAR– мен сипатталатын гаустық шумға ұқсастығымен байланысты. Бұдан басқа, OFDMA – технологиясы CP қатысты ұзындығын қысқарту және тасымалдаушылар арасында қадамды азайту қажеттіліктерін ескере отырып, дабылдың қалыптасуына өте жоғарғы талаптар қояды. Жіберуші мен қабылдаушы арасындағы жиіліктік келісімеуі, және қабылдаушы дабылдағы фазалық шум жеке тасымалдаушыларда таңбааралық интерференцияға алып келуі мүмкін (демек әр түрлі абоненттік арналардың дабылдарының арасындағы интерференциялар). Тасымалдаушылар арасында аз қадам кезінде, абоненттердің жоғарғы мобильдігін болжайтын ұялы байланыс жүйесіне өте тиімді болатын Доплер әсері ұқсас нәтижеге әкелуі мүмкін. Осыған байланысты LTE желісінің жоғарғы арнасы үшін жаңа SC–FDMA (Single–Carrier Frequency–Division Multiple Access) технологиясы ұсынды. Оның негізгі айырмашылығы: OFDMA технологиясында әр тасымалдаушыда өзінің модуляцияланған таңбасы бір уақытта жіберілсе, SC–FDMA технологиясында тасымалдаушылар бір уақытта және бірдей модуляцияланады. Яғни, OFDMA технологиясында таңбалар қатар жіберіледі, ал SC–FDMA технологиясында кезекті түрде жіберіледі. Бұндай шешім OFDM әдеттегі модуляциясын қолдануымен салыстырғанда ортаңғы және максималды қуат деңгейінің қысқа байланысын қамтамасыз етеді. Нәтижесінде, абоненттік құрылғылардың энерготиімділігі жоғарлайды және құрылымы жеңілдейді (жіберуші құрылғылардың жиіліктік параметрлерінің дәлдігіне талаптар азаяды). SC–FDMA дабылының структурасы көп жағдайда OFDM технологиясына ұқсас. Сондай–ақ, композиттік сигнал қолданылады. Композиттік сигнал – Δf қадамымен орналасқан көптеген тасымалдаушылардың модуляциясы. Негізгі айырмашылығы, барлық тасымалдаушылар бірдей өзгереді, яғни бір уақытта бір ғана модуляцияланған сигнал жіберіледі. (2.8 – сурет) [4].

Суретте көрсетілгендей SC–FDMA сигналдық құрылымы көп жағдайда OFDM технологияларына ұқсас. Сонымен қатар, модуляция Δf қадаммен орналасқан композиттік сигнал пайдаланылады. Бұл ретте ресурстық тор толығымен тең, әрі ұқсас арнаға жіктеледі.

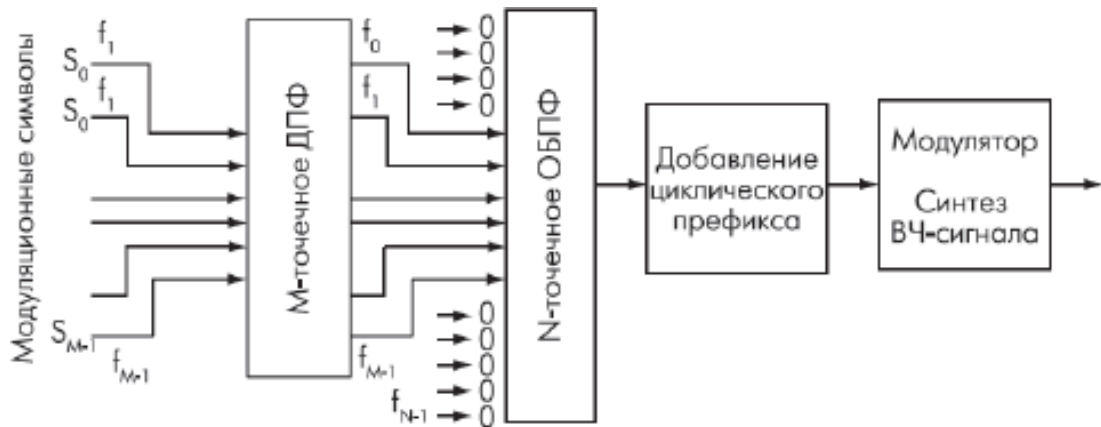
Сондықтан, әрбір табиғи ресурстық блок, тиісті $\Delta f = 15$ кГц жиіліктік қадаммен (барлығы 180 кГц) және 0,5 мс уақытша слотада 12 арна болады. Ресурстық блок SC–FDMA–символдардың 7 циклдік және 6 кеңейтілген стандартты арнаға сәйкес келеді. Ұзақтығы SC–FDMA символдың (префикс) тиісті циклдық ұзақтығын 66,7 мсм тең (қимылдың) OFDMA таңбаны құрайды.



2.8.Сурет – OFDMA және SC–FDMA арасындағы QPSK–символ реттілігін беру кезіндегі айырмашылық

2.8 суретте 6–дан 110 ресурстық блоктар мүмкін тор жатқаны көрініп тұр, бірақ олардың саны 2, 3 немесе 5еселік болуы тиіс, бұл рәсімге дискретті Фурье–түрлендіруін жатқызамыз. Тағы бір ерекшелігі –64–QAM модуляциясын қолдауға негізделгендігі. Әр абонентке желілік деректерді базалық станцияның көмегімен, функцияларды белгілі бір уақытта белгілі бір ресурстық блоктар санын жоспарлау арқылы береді. Төменгі радиоканал арналары абоненттеріне қызметтік кестесі беріледі. Алайда, егер OFDMA бір модуляциялы символы (QPSK, 16 – немесе 64–QAM) OFDM–символы екінші біріне (15 кГц, 66,7 хғс) сәйкес келген болса, мұндағы SC–OFDMA жағдайы мүлде бөлек. Жиіліктік жоспардағы модуляциялық символы ені барлық қол жетімді жиіліктер белдеуінде (ол беріледі барлық поднесущих бір мезгілде) теңдей көрсетіледі. Бұл ретте, бір SC–FDMA–символ құрамында бірнеше модуляциялық рәміздер –OFDMA салыстырғанда тиісті саны бірнеше есе қысқа, бұл Котельникова–Шеннонның теорема шарттарына толығымен жауап ең дұрысы болып табылады.

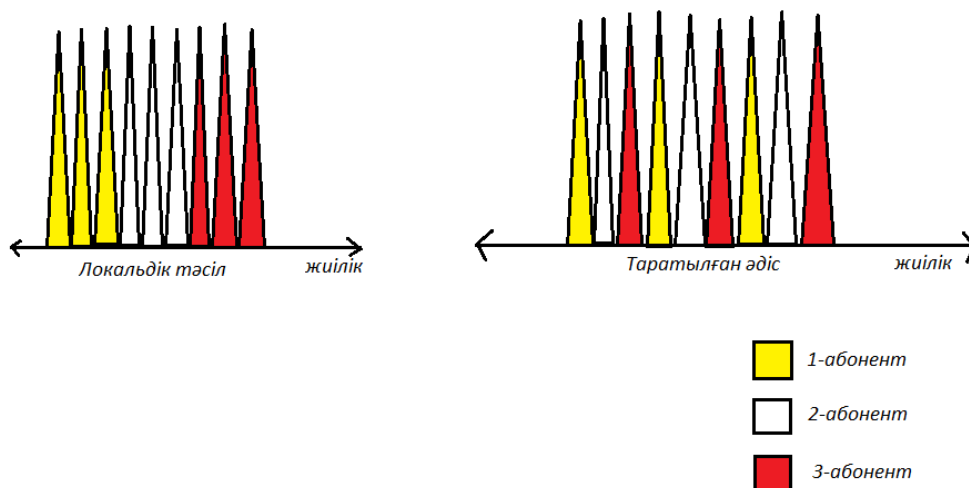
SC–FDMA OFDMA–дан сигнал қалыптастыру процедурасының схемасымен ерекшеленеді. Әлбетте, бұл тікелей 15 кГц салық қадаммен емес, N есе жоғары жиілікпен талап етіледі, смұндағы N – саны үшін деректі қол жетімді түрде береді. Сондықтан, M модуляциялық рәміздер ($M < N$) тобын қалыптастырды да, оларды M нақты дискреттік Фурье–түрлендіруімен (ЕӨҚ) жүргізеді, яғни аналогтық сигнал қалыптастырады. Ал содан кейін, стандартты рәсімдері кері N –нүктелік Фурье–түрлендіруінің көмегімен синтездеуге тиісті сигналды тәуелсіз, циклдық префикс және ЖЖ–сигналын өз тарапына қосады. Нәтижесінде, мұндай таратқыш және қабылдағыш тәсілі жүзеге асырылады. OFDMA – SC–FDMA ұқсас функционалдық құрылымды (2.9 және 2.10 сурет) сигналдары бар.



2.9.Сурет – SC–FDMA шығыс сигналының жағдайында ерекшелігін қалыптастыру

2.9 суретте келтірілген секірмелі құрылысты жиілік(FH) режимі деп аталатын, тіркелген жиілік диапазоны ретінде, оны АУ пайдалана алатынын айта кетейік. Соңғы жағдайда, әрбір ұяшық шығыс арнасын пайдаланылады, жаңа ресурстық блогында қол жетімді ресурстық торлар көрсетілген.

Желілік жабдықтармен көтеретін жиілікті қайта құру параметрлері және абоненттік станциялар желісінде баптандыру үшін, смұндағый–ақ арнадағы жұмыс барысы бойынша хабарланады. Бөлінген тәсіл жағдайында –әрбір абоненттің спектрінде барлық ақпараттық сигнал орналасқан, сондықтан бұл тәсіл жиіліктік–сайлау ерітінділерін сақтайды.



2.10.Сурет – SC–FDMA–де тасушылардың бөліну амалдары

Жоғарғы деңгей функцияларымен генерацияланатын өзінің ақпараттарымен қоса, жоғарғы арнада тіреуіш сигналдар жіберіледі. Олардың тағайындалуы – Базалық стансаның қабылдаушысының белгілі бір АТ таратқышына орнатылуына көмектеседі. Одан басқа, бұл сигналдар арнаның сапасын бағалауға мүмкіндік береді. Жоғарғы арнадағы тіреуіш сигналдар екі түрлі болады: модульденген және зондылы (sounding). Сонымен, жалпы ақпараттық арнада демодульденген тіреуіш сигналдың реттілігі төртінші SC–FDMA – символында жіберіледі. Зондтық сигналдар қайталанбайтын сигналдар. Олардың негізгі міндеті –жіберілу тоқтап тұрған кезде, базалық стансаға арнаның сапасын бағалауға мүмкіндік береді.

1.8. Желілік SAE архитектурасы

LTE желілік архитектурасының мультиплексордың ортогональді жиіліктеріне бөлінген арналарында жаңа радиокатынау технологиясына негізделген OFDM(Orthogonal frequency–division multiplexing –ортогональді жиіліктерін бөлу арналарын байланысты формаларының көріністері) және технологиясы мультиантенналы жүйелерін MIMO (Multiple Input Multiple Output) SAE (System Architecture Evolution – жүйелік архитектураның эволюциясы) жетілдірілген басты айрықша ерекшеліктері болып табылады.

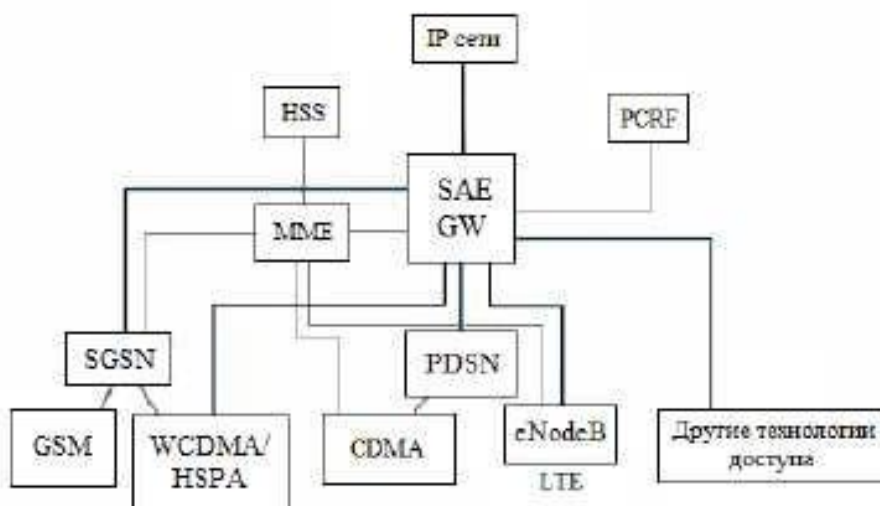
SAE сәулеті әзірленеді, сондықтан 4G жаңа технологиялар аппараттық талаптар қанағаттандыруда және толық үйлесімді болуы мүмкін. Сондықтан, LTE–SAE архитектурасы желі процессорымен келешектегі құрылған енгізу кезінде өзгеріс жағдайы (трафик, қызмет көрсету, байланыс және т. б.).

Дамытудың негізгі аспектісі 3GPP сәулет жүйесін EPC (Evolved Packet Core) пакеттік ядросында ұстанымның көптеген желісіне қол жеткізуді дамыту болып табылатын. EPC дамыту және басқару жалпы желісі үшін 3GPP–радио қолданыс (E – UTRAN, UTRAN, GERAN) аппараттарына, смұндағый–ақ басқада радио қолданысты (мысалы eHRPD, WLAN, WIMAX, DSU/Cable) ұсына отырып, бірыңғай қызметтер жиынтығы мен мүмкіндіктерін арқылы желіге мүмкіндік

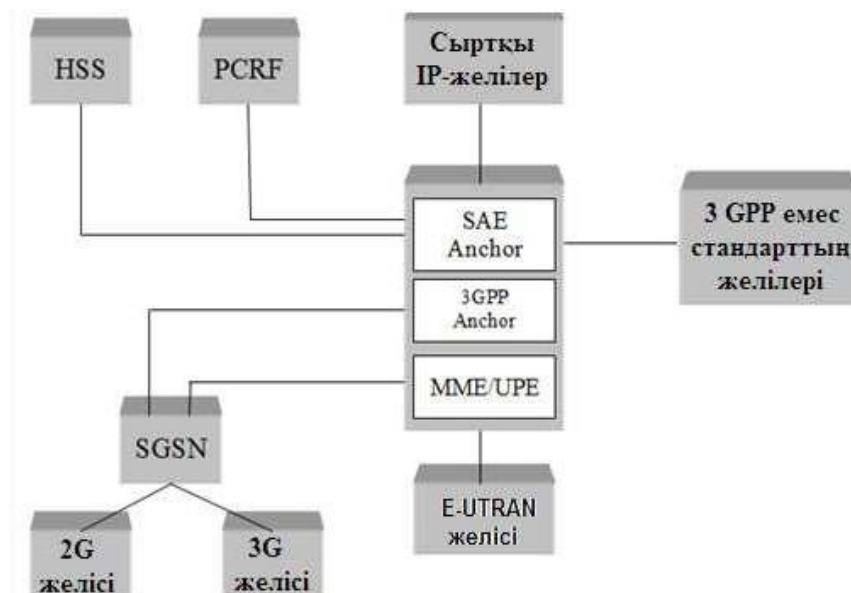
береді. SAE – сәулетімен салыстырғанда эволюциясы жүйесінің көптеген артықшылықтары бар, алдыңғы технологиялармен және жүйелері мен ұялы желілер үшін пайдаланылады. Сондықтан, кеңінен қолданылатын операторларды қайта жаңарту және дамыту үшін өз желілерін пайдалану болжанып отыр

Сервер дестелік желі (Packet Core) есебінен үй абоненттері (HSS) интерфейс негізделген Diameter қосылады. Негізінде SS7 сигнализация GSM мен WCDMA желілерінде пайдаланылған. Сигнал беру Diameter желісінің видео, тыңдау мен үшін биллинг (charging) негізделген. Бұл интерфейс архитектурасы – IT-интерфейстер болып табылады (2.12 сурет).

SAE базалық желісі құрамында, басқаша EPC (Evolved Packet Core), MME және UPE логикалық элементтерінен тұратын MME/UPE тораптары бар. MME логикалық элементі (Mobility Management Entity) абонент терминалының шапшаңдығын басқару міндеттерін шешеді және базалық станциялармен S-plane басқару жазықтығының протоколдарының көмегімен әрекеттеседі.



2.11. сурет – LTE–SAE жалпақ архитектурасы



2.12 сурет – SAE базалық станциясының архитектурасы

Ядролы SAE желісі төрт негізгі компонентті қамтиды:

1) Тұтастық модулін қызметтік басқару (Mobility Management Entity, MME) абонент туралы ақпаратты басқару және онымен, терминалдық авторизация құрылғыларды жер үсті желілеріндегі ұялы байланыс және жалпы басқару тұтастығымен сақталуын қамтамасыз етеді.

2) Абонент модулін басқару (User Plane Entity, UPE) мәліметтерді шифрлеу, бағдарлау және жөнелтуге пакеттерде жауап беруді белгілеу.

3) 3GPP 2G/3G шлюз арасындағы және LTE–якоры рөлін атқарады [5]. SAE якорьға үздіксіз сервис өткізу кезінде абонент желілері арасында, сондай–ақ 3GPP тиісті ерекшеліктерге қолдау көрсету үшін пайдаланылады (I–WLAN және т. б.). Соңғы екі компонент ұялы байланыс желісінің (Evolved Packet Core) жаңа сәулет элементтерін және өзінің міндетті талабын қолдау, жұмылдыруды өткізу кезінде абонент желілері арасындағы әр түрлі түрлерінің пайда болуын білдіреді. Функционалдық элементтері бойынша– аппаратура арасында әр түрлі бөлуге болады.

SAE маңызды ерекшелігі – базалық станциялармен тікелей сымды және сымсыз байланыс (интерфейс X2) арасындағы пайдаланушылық деректер жіберілуі мүмкіндігі. Бұл әсіресе жылдам БС қайта қосу пайдаланушының арасындағы хэндоверде маңызды рөл атқарады.

Әрине, БС деректер және шлюздер арқылы көліктік IP–желі арасында жол беріледі. Тікелей сымсыз деректер беретін БС архитектурасы SAE қаланған mesh–желі функционалдығы арасындағы мүмкіндігін нақты білдіреді. 3GPP Release 8 елеулі назар құжаттарында, қызмет көрсету сапасын, желісін таңдау және пайдалану сәйкестендіру деректерінің қамтамасыз ету негізге алынды. Көпмодальды терминалдардағы абоненттер қолдана отырып, әр түрлі нұсқалары қол жеткізуге арналған, мысалы, Wi–Fi және ұялы байланыс жұмыс істеу үшін қызмет көрсетуге мүмкіндік береді. Осыған SAE

механизмдер таңдау анағұрлым ыңғайлы инфрақұрылым қызметтерін көрсету үшін қажетті абонентке байланысты қарастырылған. Өзірлеушілер атап өткендей, SAE, олар ұсынған архитектурасында кідіріс деректерін азайту айтарлықтай өзгерістерге мүмкіндік береді, әсіресе сындарлы VoIP немесе онлайн интерактивті ойындар сияқты бағдарламаларға арналған. Атап айтқанда, кідіріс радио деректерін беру кезінде 10 мс аспауы тиіс (5 мс үшін қысқа IP-пакеттерді кезінде кішігірім желілік жүктеме). Бұл кем дегенде, 50

% жақсы ұқсас көрсеткіштерінен неғұрлым жетілдірілген 3G желілерінде маңызы бар.

1.9. Қайталама деректер

Іс жүзінде кез – келген байланыс жүйесінде қателіктер жібергенде деректерде – мысалы, сигналда шу, кедергілер мен қатып қалу туындайды.

Деректерді арналған сапа кепілдігі бұрмаланған немесе жоғалған бөліктерін қорғау үшін қайтадан беру қателер әдісі қолданылады.

Хаттамада қайтадан беруге қарағанда, радиоресурстарды рационалды пайдалану тиімдірек ұйымдастырылды. LTE технологиясы жоғары жылдамдықты Барынша толық пайдалану үшін, яғни бұл динамикалық тиімді екі деңгейлі жүйесі қайта беруді іске асыратын хаттама Hybrid ARQ (Automatic Repeat Query), немесе HARQ іске асырылды.

HARQ хаттамасы ақпаратты қабылдау құрылғысына ұсынады да, белгілі бір қателерді түзетуге мүмкіндік береді. HARQ хаттамаға қайта беру жөніндегі қосымша ақпараттық артықшылығы, қажетті жағдайда, қателерді жою үшін бірінші беруі жеткіліксіз болады. Қайта жіберу пакеттерін, HARQ түзетілген хаттама мен ARQ хаттама арқылы жүзеге асырылады.

Бұл шешім, ұстап беру пакеттерді шағын үстеме шығындармен, бұл ретте байланыстың сенімділігін кепілдік қамтамасыз ете отырып, беріледі. Қандай да бір қателіктердің көпшілігі HARQ хаттама көмегімен түзетіледі. Сондықтан, ARQ хаттамасы бойынша деректерді тек оқта–текте қайта беруде жүреді.

Бұл LTE технологиясы шеткері торабы стандартын HARQ хаттамалары және ARQ қолдайтын базалық станция қамтамасыз ететін тығыз байланыс деңгейлері болып табылады. Мұндай архитектураның түрлі артықшылықтарына, кейін қалған жұмысты HARQ және ARQ хаттаманың реттелетін көлемі берілетін деректерді пайдалана отырып, қателерді жылдам жою жатады.

Оның жоғары жұмыс сипаттамаларын LTE негізгі компоненттері анықтайды. Радиоспектрді пайдалану икемділігі (FDD және TDD әр түрлі жиілік диапазонында және жолақтарында жиіліктер әр түрлі ені режимдерінде жұмыс жасау мүмкіндігі) бұл радиоинтерфейсті кез келген қол жетімді жиіліктік ресурсына іске қосуға мүмкіндік береді [6].

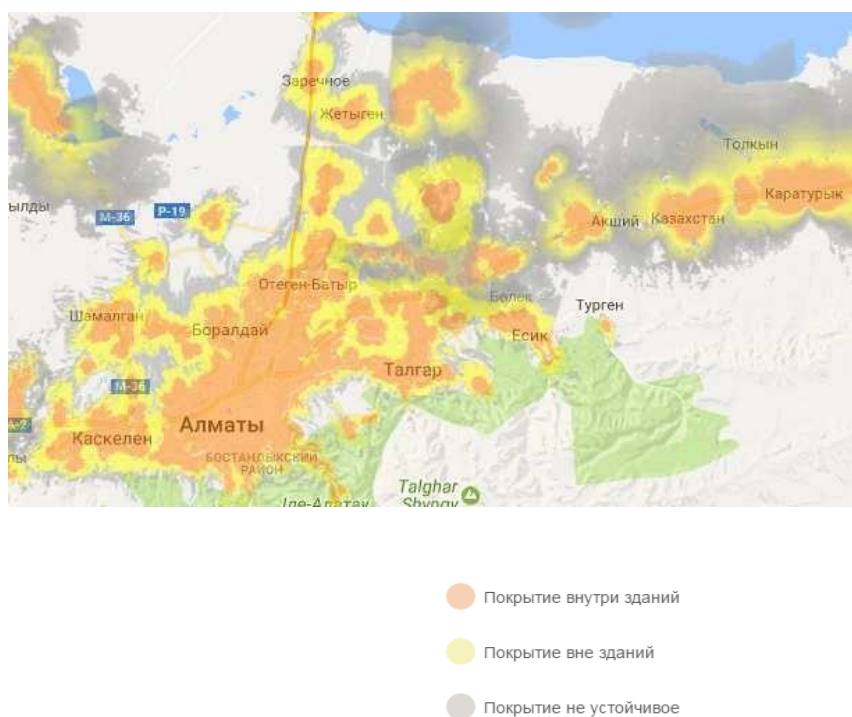
2-ші тарау бойынша қорытындылайтын болсам, LTE технологиясында басқа да өнімділігін айтарлықтай арттыру мен салыстыру мүмкіндіктерін бастауыш жүйесі мен үшінші буынның эволюционды 4G технологиялары қамтамасыз ете отырып, 5G термині қолданылуы мүмкін. Меніңше бұл – 2001 жылғы 4G стандарты бүгінде "5G" желісі деп аталатындығына ешкім дауласа алмайды. LTE беруге өте жоғары тасқынды бейне сапасы, сондай-ақ үлкен файлдарды, тіпті, белгілі бір жағдайларда

кейбір осы DSL желілерді ауыстыруды пайдалануға пайдаланушылар арқасында беріледі.

2. ӨЛШЕУЛЕРДІ ЖҮРГІЗУГЕ ҰСЫНЫЛАТЫН ӘДІСТЕР

2.1. LTE технологиясына талдау

«5G» – бұл сымсыз байланыс дамуындағы жаңа бағдарлама болыптабылады. Сонымен қатар ол 5G ұрпағындағы ең мобильды интернет. 5G – дың Қазақстан Республикасындағы мобильді интернетпен қамтамасыздандыру сұлбасы 3.1 суретте көрсетілген.



3.1. Сурет – Қазақстан Республикасының 5G LTE дегі жалпы базалық станциялардың қамту аумағы

LTE технологиясын жобалаудың өзгеде басқа сымсыз радиокатынас технологияларынан өзгеше қасиеттері бар. негізгі айырмашылығы ол көп станциялы OFDM технологиясының база қатынасын қолдану болыптабылады. Демек, негізгі түсінік пен жобалаудың реті өзгереді.

Радиожеліні жоспарлау қадамы бірнеше деңгейден тұрады:

- Жоспарланғалы тұрған тәлімді адам тығыздығына байланысты кластерлерге бөлу;
- максималды қамту тәлімін қалыптастыру;
- қажет ететін сыйымдылықты қамтамасыз ету.

LTE радиожелісін жобалау абоненттер тығыздығы бойынша орташа (қала маңы) тәлімде жоспарланған болғандықтан барынша үлкен тәлімді қамту үшін базалық станцияларды мүмкіндігінше бір–бірінен алыс қашықтықта орналастыру

қажет. Осыған байланысты қажетті жиілік аймағын таңдау қажет. Жиілік мейлінше төмен болса, радиодабылдың таралуы мүмкіндігі алысарақ қашықтықта болады, бірақ қажетті үлкен жиілікке табылады. Яғни 791 – 862 МГц жиілік диапазонында қарастырған тиімді болып есептелінеді.

LTE желісінің қамту тәлімін есептеудегі ұялы байланыстың қорытқы шуын есептеу.

Қабылдаушы базалық станцияның қорытқы шу деңгейін есептеуге қажетті бастапқы мәндер:

Қабылдағыштың орташа жиілігі (f), 908 МГц;

Антенна фидерлік тракттің толқындық кедергісі (W_{pr}), 75 Ом;

Қабылдағыш сезімталдылығы 0.45 мкВ;

Қабылдағыш шығысындағы сигнал\шу қатынасы (N)

Дуплексті фильтрдегі өшу d_y , 4.1 дБ;

Құрылғыларды ажырату коэффициенті G_{yp} , 4.1 дБ;

Бөгеуіл көрсеткіші E_{pome} , 1.53 мкВ\м;

БС тан антеннаның бағытталған коэффициенті Жиілік девиациясы (Δf), 5 кГц;

D_{np} , 3.3 дБС антенна фидерлік тракттыңдегі қабылдағыштың сигнал өшуін анықтау (дБ).

$$\alpha_{atfpr} = 2.75$$

$$\alpha_{atfpr} := \alpha_{dy} + \alpha_{lpr} - G_{yp} , \quad (1.1)$$

мұндағы, α_{dy} – дуплексті фильтрдегі өшу, дБ; α_{lpr} – кабельдегі өшу, дБ;

G_{yp} – құрылғылардағы ажырату коэффициенті дБ.

БС антенна фидерлік трактіндегі қабылдағыш антеннасының ПӘКінанықтау

$$\eta_{aft} = 10^{-0.1 * \alpha_{atfpr}} \quad (1.2)$$

$$\eta_{aft} = 0.531$$

БСның қабылдағыш антеннасының ұзындығын анықтау

мұндағы, G_{pr1} – БС қабылдағыш антеннасының қуат бойынша күшейту коэффициенті;

W_{pr} – БС антенна фидерлік тракттің толқындық кедергісі.

Қабылдағыш шығысындағы сигнал\шу қатынасын анықтау (дБ)

$$SN_{vaA} = 20 \log SN_{vx10} \quad (1.3)$$

$$F_{max} = 3.4 \times 10^3$$

$$U_{shpr} \div \frac{\gamma_{pr}}{SNotnvx} \quad (1.4)$$

$$SNvix1 = 10^{0.05SNvix}$$

Қабылдағыш шығысындағы сигнал\шу қатынасы.

Ал қабылдағыш кірісіне енгізілген өзіндік шулардың деңгейі былай анықталады (В)

$$SNotnvx = 2.51$$

$$U_{shpr} \div \frac{\gamma_{pr}}{SNotnvx}$$

$$U_{shpr} = 0.179$$

Негізінде қабылдағыштың өзіндік шу деңгейі былай анықталады (мкВ\м)

$$N_{sopr} \div \frac{U_{shpr}}{Id}$$

$$N_{sopr} = 1.905B$$

Енді қабылдағыш нүктесіндегі сыртқы шулардың деңгейін анықтайық (мкВ\м)³

$$D_{prl} = 10^{0.1}$$

$$N_{vnshpr} = \frac{E_{por}}{\sqrt{D_{prl}}}$$

$$N_{wneshpr} = 1.046 \times 10^{-6}, \text{ мкВ/м}$$

мұндағы: D_{pr1} – БС жүйесі антеннасының бағыттауыш коэффициенті.
Олай болса қабылдағыштағы қорытқы шу деңгейі мынаған тең болады:

$$N \sum 10 \log(N_{sobr} + N_{vnespr}) \quad (1.5)$$

$$N \sum = 5.596$$

Базалық станциялар арасындағы ұзақтық пен қажетті сигнал кернеулігінің деңгейін анықтау

Қажетті мәндер

Резонаторлардағы өшу, дБ

$$\alpha f = 0.25$$

Антенна фидерлік таратудағы біртексіздіктің өшуі, дБ

$$\alpha H = 0.20$$

Таратушы антеннада фидеріндегі өшу, дБ,

$$\alpha per = 0.65$$

Бағыттаушы диаграммадағы антеннаның біртексіздігі, дБ

$$\sigma AC = 0.01$$

$$\sigma BC = 1$$

АС антеннасындағы күшейту коэффициенті, дБ

$$GAC = 0$$

Тараушы құрылғы қуаты, Вт

$$P_{romac} = 4.2$$

БС қабылдағышындағы шуының қорытқы деңгейі, дБ

$$N_{shbc} = 4.7$$

АС қабылдағышының кірісіндегі сигнал\шу қатынасы, дБ

$$SN_{vxbc} = 9.5$$

Антенна биіктіктері, м

$$h_{bcac} = 50$$

$$h_{abcb} = 1.5$$

Жалпы жағдайда антенна фидердік тракттағы таралуы кезіндегі өшу былай анықталады

$$\alpha_{aft} \div \alpha_f + \alpha_H + \alpha_{lper} \quad (1.6)$$

$$\alpha_{aft} = 1.1 m$$

мұндағы: α_f – фильтрлердегі өшу, дБ;

α_H – АФТ тарауларындағы біртексіздік өшуі, дБ;

α_{lper} – таратушы антеннаның фидеріндегі өшу, дБ.

АС таратқышындағы нақты қуат өзгерісін есепке алатын қосымша былай есептелінеді:

Ал эквивалентті қуат былай анықталады

$$B_{rekvac} := B_{p \text{ hom } ac} + \alpha_{aft} - \sigma_{AC} - G_{AC} \quad (1.7)$$

$$B_{rekvac} = 24.858 \text{ дБ.}$$

Негізінде нақты рельеф қосымшасы мынаған тең

$$B_{rel} := -4 .$$

Бізге қажетті тиімді сигналдың кернеу деңгейі БС үшін былай анықталады:

$$E_{neob} := N_{shbc} + S_{Nvxbc} + B_{rekvac} + B_{hac} + B_{rel} + B\%_{mest} + B_{zam} - \sigma_B \quad (1.8)$$

$$E_{neob} = 34.797 \text{ дБ.}$$

$$B\%_{mest} := -11,$$

мұндағы: байланысты қамтамасыз ететін қосымша шамасы

ал $B_{zam} := 3.5$ жер тұйықтауыш қосымшасы,

Демек, осы құрылғыны қолданғанда қызмет көрсету аймағында АС тан БС қа байланыс 90% ға жетеді.

Ал егер осы байланыс сипатын қарастырып отырған тәлім үшін жазсақ, яғни Қазақстан үшін ол мына шамаларға тең болады

жердің қисықтық радиусы: $R_z = 27$

критикалық нүкте координатасы

$$y = 1.96 \times R_z^2 \times 10^{-2}$$

$$y = 14.288 \text{ m}$$

$$R_5 = 5$$

Френель зоналарының минималды радиусы

$$\lambda := 0.013$$

$$H_0 = \sqrt{\frac{1}{R_z \times 10^3 \times \partial \times k \times (1-k)}} \quad (1.9)$$

$$H_0 = 4.202 \text{ m}$$

Қазақстан үшін:

$$\sigma = 9 \times 10^{-8}$$

$$g = -7 \times 10^{-8}$$

$$H_{0r} = \frac{H_0 - (R_z - 10^3) \times (g + \sigma) \times k}{4} \\ = 3.652 \text{ m}$$

2.2. Жиілікті – телімдік бөлінуі мен жағдайға байланысты орналастырылу

Тақырыптың негізгі мақсаты бойынша ұялы байланыс желісін жоспарлап, базалық станция орналастырамыз. Қызмет көрсету аумағын тәлімдік жиілік шектеріне бөлеміз.

Алдымен елдімекен тәліміндегі базалық станцияны орнату қажет. Жобаның мақсаты елдімекен аумағына түгелдей радиоқамту жасау болып табылады. Телім 15,6 км² болғандықтан 4 базалық станция жетіп артады. Базалық станция орналастырылуының бейнесі ҚОСЫМША Б – да көрсетілген.

Барлық БС келесі сипаттамаларға ие болады:

- әр таратқыштың қуаты – 60 Вт;
- антеннаның биіктігі – 20 м;
- қабылдап–таратқыштардың саны TRX – 3 (әр секторға бір–бірден);
 - бір сектор үшін жүйелік жолақ – 20 МГц (10 МГц «жоғары» байланыс сызығы үшін және 10 МГц «төменгі» байланыс сызығы үшін);
 - «төмен» торабы МІМО 4×2 технологиясын қолдайды;
 - «төмен» байланыс торабының өткізу қабілеті – 102,9 Мбит/с, байланыс торабы «жоғарыға» – 54,87 Мбит/с.

Жобаланатын желіге 791–862 МГц жиілік жолағы белгіленген және жиілікті спектр ені 71 МГц болады. Әр БС секторына 20 МГц бөлу керек. Яғни, белгіленген спектр енін 20 МГц–тен 3 бөлікке бөлу қажет.

Әрбір бөлім спектр бойынша жиіліктік орналасуы 3.1 кестеде көрсетілген.

3.1 Кесте – Қазақстан Республикасындағы LTE жүйесін жобалау жоспары

	Сектор	Азимут	Қызмет көрсету радиусі, км	Жиіліктік спектрдің шартты номері
1	1.1	0	0,9	1
	1.2	120	0,9	2
	1.3	240	0,9	3
2	2.1	0	0,9	1
	2.2	120	0,9	2
	2.3	240	0,9	3
3	3.1	0	0,9	1
	3.2	120	0,9	2
	3.3	240	0,9	3
4	4.1	0	0,9	1
	4.2	120	0,9	2
	4.3	240	0,9	3
5	5.1	0	0,9	1
	5.2	120	0,9	2

	5.3	240	0,9	3
--	-----	-----	-----	---

LTE желісін іске қосқаннан кейін радио модульдердің жоспарлау жинақталуы іске асырылады. Яғни қарастырылып желінің өтімділік қабілеттілігінің ұлғаюы, радиомодульдердің биіктігінің өзгеруі, радиомодульдердің шашырау қабілеттілігінің азаюі немесе ұлғаюі.

Қазақстан Республикасы үшін базалық станциялардың орналасуына ескере отырып LTE желісін номиналды жоспарлаймыз. Ол 3.3 суретте көрсетілген.



3.3 сурет – Қазақстан Республикасы үшін базалық станциялардың орналасуын ескере отырып LTE желісін номиналды жоспары

2.3. Қажетті қуатты есептеу

(P_{AC}) айнымалы тоқтың қуатын табу үшін (P_{DC}) тұрақты тоқтың қуатын пайдалы әсер коэффициентіне бөлу керек (ПӘК) (0,8 – 0,9). Қажетті қуатты есептеу үшін берілген мәндер 3.3 – кестеде келтірілген.

Айнымалы тоқтың қуатын анықтау формуласы:

$$P_{AC} = P_{DC}/0,8 \quad (2)$$

$$P_{КОМ} = 228/0,8 = 285 \text{ (Вт)}.$$

$P_{КОС}$ құрылғыларға қажетті жалпы қуатты есептеу үшін келесі формуланы қолданамыз:

$$P_{КОС} = P_{PM} + P_{КОМ} \quad (2.1)$$

$$P_{\text{кос}} = 790 + 285 = 1075 \text{ (Вт)}.$$

3.3 кесте – Қажетті қуатты есептеу үшін белгілі мәндер

Құрылғылар	Саны, шт.	Қажетті қуат, Вт	P_{AC}/P_{DC}
EricssonRBS 6201 LTE	4	790	P_{AC}
Коммутатор	1	228	P_{DC}

Жүктеме тоғының мәні I келесі формуламен анықталады:

$$I = P_{\text{кос}}/U, \quad (2.2)$$

мұндағы: U – қоректену кернеуінің мәні, $U = 220 \text{ В}$.

$$I_H = 1075/220 = 4,8 \text{ (А)}.$$

2.4.БС тиесілі жүктемені есептеу

Бір секторға жіберілетін жүктеме:

$$A = n_0 \left[1 - \sqrt{1 - ((p_b) \sqrt{(\pi - n / 2)}) \frac{1}{n_0}} \right] \quad (2.3)$$

мұндағы: P_B – желіге түсетін шақыруға жіберілетін бұғаттау; n_S – секторлар саны;

n_a – бір арнаны бір уақытта қолданатын абоненттер саны.

Біздің жағдайда, $n_a = 2$;

n_0 – жалпы арналар саны $n_0 = n_S \cdot n_a = 6$.

$$P_B \leq \sqrt{\frac{2}{\pi \cdot n_0}} = \sqrt{\frac{2}{3,14 \cdot 6}} = 0,46$$

Бір сектордағы жүктеме:

$$A = 6 \cdot \left[1 - \sqrt{1 - (0,46 \cdot \sqrt{\pi \cdot 6 / 2} \cdot \frac{1}{6})} \right] = 6 \text{Эрл}.$$

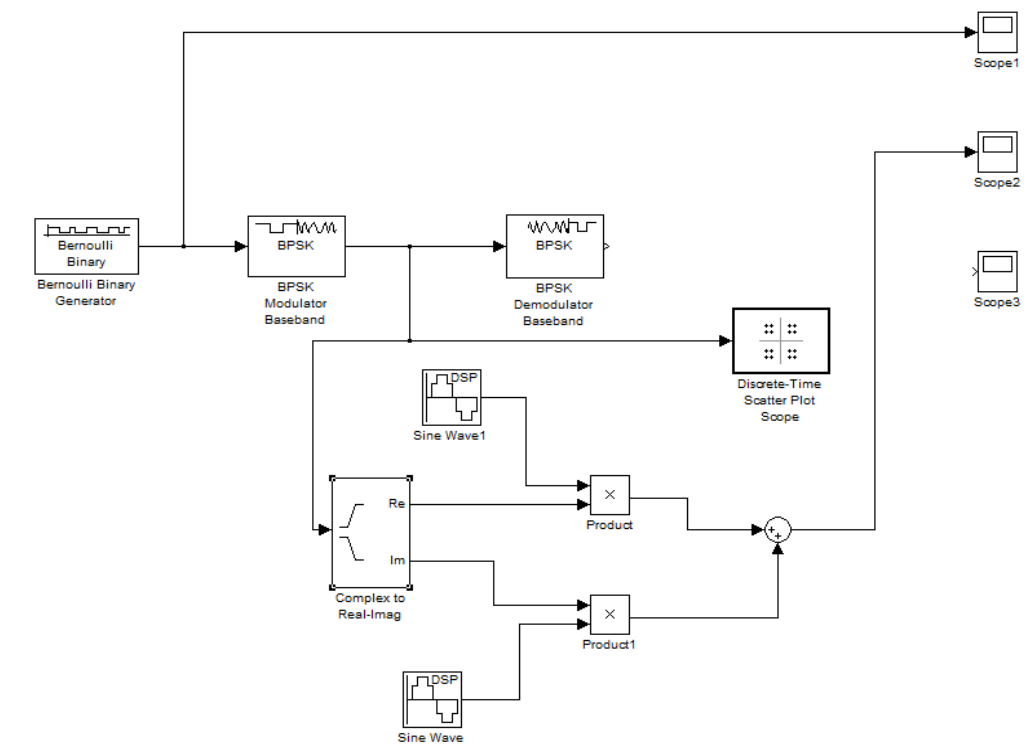
3. 5G жаңа радио моделіндегі QPSK/BPSK рөлі.

5G жаңа радио моделі төртбұрышты фазалық ауыстыруды (QPSK), 16 квадраттық амплитудалық модуляцияны (16-QAM), жоғары және төмен байланыс үшін 64 QAM және 256 QAM модуляция схемаларын құрайды. Бұл LTE-дегідей модуляция схемалары. Ал сонымен қатар, 5G NR жоғары қосылымдағы BPSK қызметін де қолдайды (CP бар OFDM немесе CP бар DFT-s OFDM үйлесімі). Жоғары байланыста BPSK пайдалану шыннан орташа қуат ара-қатынасын одан әрі төмендетуге және төмен деректер жылдамдығында Радио желі күшейткіш қуат тиімділігін арттыруға бағытталған.

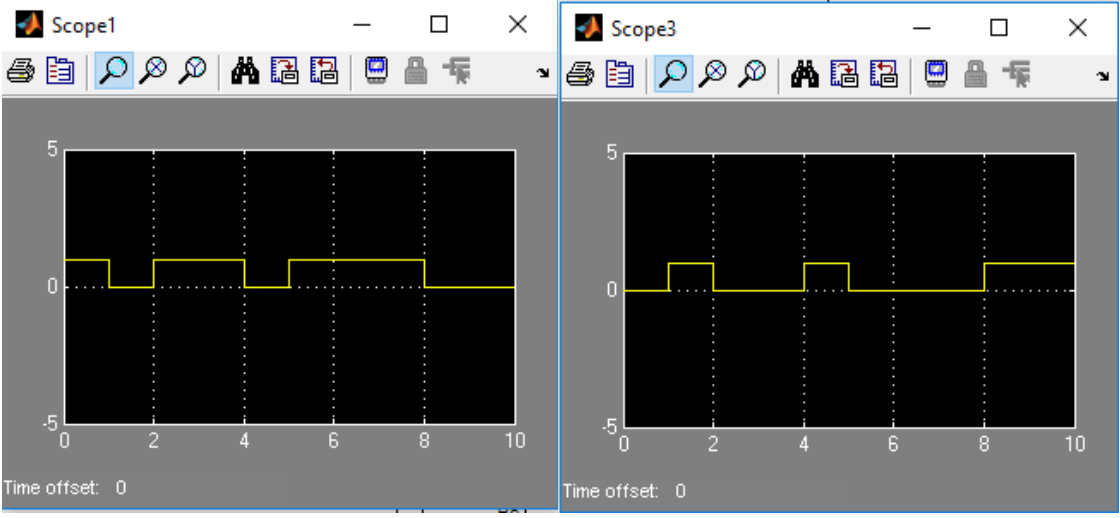
Цифрлық ақпаратты төртбұрышты фазалық ығысу (QPSK) модуляция схемасы арқылы көрсетуге болады. Цифрлық деректерді көрсету үшін модуляция схемаларында әр түрлі сигналдардың шектеулі әртүрлілігі қолданылады. Сандық сигналдарды көрсету үшін QPSK төрт бірегей фазаны пайдаланады. Негізгі мүмкіндіктер мен бит қателік жылдамдығы мен оңтайлы өткізу қабілеттілігіндегі өнімділік тиімділігіне байланысты QPSK әдетте бірнеше заманауи цифрлық байланысқа негізделген қолданбаларда қолданылады. Бұл технологияны спутниктік, сымсыз және ұялы байланыс пайдаланады. Мұх, есептегіштер және теңдестірілген модуляторлармен жасалған QPSK модуляторлары нарықта қазірдің өзінде бар. Бұл құрылғыларды жасау үшін трансформаторларды пайдаланудың арқасында олар көлемді болып шығады.

3.1. BPSK таратқыш пен қабылдағыш сызбасы

Бұл жерде мен осы QPSK/BPSK моделін Matlab Simulink бағдарламасында жасадым.



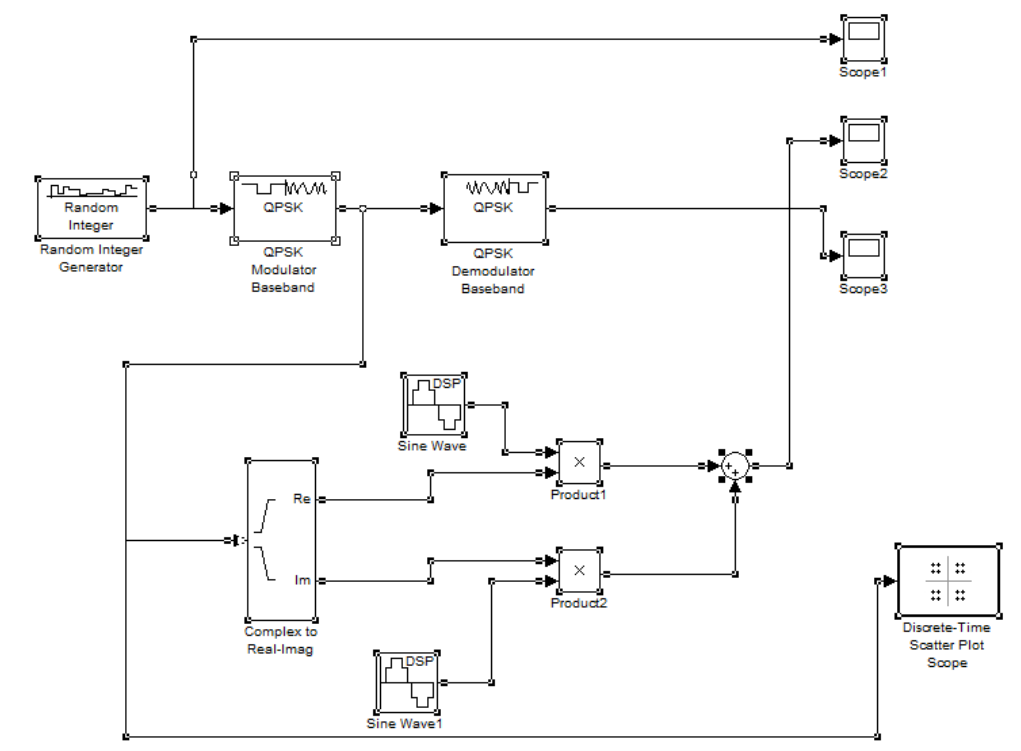
3.4. Сурет – BPSK таратқыш пен қабылдағыштың ұқсас байланыс диаграммасы



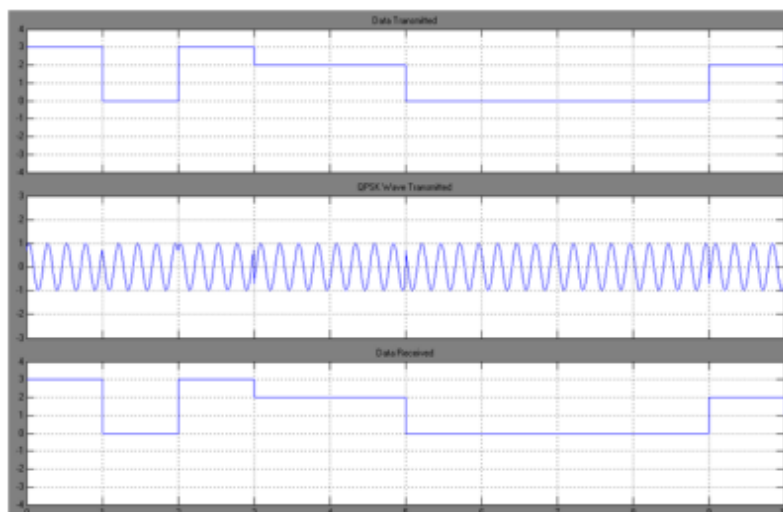
3.5. Сурет – Оцилограф бойынша алынған нәтижелер.

Цифрлық интонацияның ең қарапайым түрлерінің бірі екілік немесе екі фазалық ауысуы (BPSK). Бұл жерде бір өзектілік- түпсіз ғарыштық телеметрия үшін пайдаланылады. Тұрақты кезең амплитудалық тасымалдаушы сигнал нөлге және градус 180-ге қарай жылжиды. I және Q диаграммасында I күйде екі ұқсас емес құндылықтар. Күй диаграммасында екі ықтимал орын бар, сондықтан екілік бір немесе нөлді жіберуге болады. Пиктограмма жылдамдығы әрбір символға бит болып есептеледі.

3.2. QPSK таратқыш және қабылдағыш диаграммасы



3.6. Сурет – QPSK таратқыш және қабылдағыш диаграммасы



3.7. Сурет – QPSK Оцилограф нәтижесі.

Бұл жерде жақсы нәтиже алу үшін, онда қателік ықтималдығы өте төмен болуы керек. Сандық коммуникациядағы басты нәрселердің бірі. Арнаның өткізу қабілетін тиімді пайдалану керек. QPSK-де біз ақпарат береміз. Бірақ бұл таңбада деректерді беру жылдамдығы үлкен. Ол екі төрт фазаға бөлінеді. Бұл DP-QPSK-ден жақсы емес. Ол қосымшалар кеңінен қолданылады, соның ішінде CDMA (Code Division Multiple Kіru) ұялы байланыс, сымсыз жергілікті желі, Iridium (спутниктік

дауыс/деректер беру жүйесі) және DVB-S (сандық бейне Хабар Тарату-Спутниктік). Квадратура сигналдың 90 градусқа бөлінген фазалық күйлер арасында ауысатынын білдіреді. Жалпылама келгенде BPSK қызметімен QPSK қызметі бір-біріне ұқсағанымен, олар бірдей емес.

Қорытынды:

Дипломдық жобада, қажетті есептік желі сыйымдылығын жұмыс мақсаттарының барынша сапалы қызмет көрсету аумағында қол жеткізу үшін – жаңғырту желісіне сымсыз интернетке қолжетімділік, Қазақстан Республикасында LTE технологиясын қолдану қамтамасыз етіліп, осы мәселелер шешілетін болады.

Сондай-ақ, LTE технологиясында басқа да өнімділігін айтарлықтай арттыру мен салыстыру мүмкіндіктерін бастауыш жүйесі мен үшінші буынның эволюционды 4G технологиялары қамтамасыз ете отырып, 5G термині қолданылуы мүмкін. Меніңше бұл –2001 жылғы 4G стандарты бүгінде "5G" желісі деп аталатындығына ешкім дауласа алмайды. LTE беруге өте жоғары тасқынды бейне сапасы, смұндағый–ақ үлкен файлдарды, тіпті, белгілі бір жағдайларда кейбір осы DSL желілерді ауыстыруды пайдалануға пайдаланушылар арқасында беріледі.

Мүмкін болған байланысты қамтитын жүйе аумағы есептелінді. Жүйенің техникалық принциптері қарастырылды.

Және де Matlab Simulink бағдарламасында 5G жаңа радиосына байланысты BPSK және QPSK –ның қандай рөл ойнайтыны қарастырылып, сызба бойынша нәтижелер алынды.

Пайдаланылган Әдебиеттер тізімі

1. Гимадинов Р. Ф., Мутханна А. С., Кучерявый А. Е. Кластеризация в мобильных сетях 5G. случай частичной мобильности // Информационные технологии и телекоммуникации. 2015. № 2 (10). С. 44–52.
2. itechinfo.ru/content/архитектура-сети-5g
3. Технологии мобильной связи пятого поколения (5G). White Paper– Ericsson, Сентябрь 2013:
http://ericsson.com/kz/news/130919_wp_5g_25474012
4. Степутин А.Н., Николаев А.Д. Мобильная связь на пути к 6G // учебник / Санкт-Петербург - Инфра-Инженерия, 2017.- 796 с _____
5. Статья интернет издания kaminfo.school.org.ru "Какой будет мобильная связь пятого поколения?" автор В.Слепухин. Интернет страница: <http://kaminfo.school.org.ru/index.php/novosti/17-ka-koj-budet-mobilnaya-svyaz-pyatogo-pokoleniya.html>
6. . SELFNET. Framework for Self-Organised Network Management in Virtualised and Software Defined Networks. [Online]. Available: <http://www.cognet.5g-ppp.eu/cognet-in-5gpp/>.
7. Бакулин М.Г., Крейнделин В.Б., Шумов А.П. Повышение скорости передачи информации и спектральной эффективности беспроводных систем связи // Цифровая обработка сигналов. Рязань, РГРТУ, 2006. №1. С. 2–12.
8. Баева Н.Н, Многоканальная электросвязь и РРЛ: Учебник для вузов.
9. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1570870515000918>
10. <http://window.edu.ru/resource/169/75169/files/popov3.pdf>
- 11.Макаров С. Б, Певцов Н. В, Попов Е. А, Телекоммуникационные технологии: введение в технологии GSM. –М.: Издательский центр “Академия”
- 12.Статья интернет издания computerra.ru "Чего ждать от сетей пятого поколения?" автор Александр Ромов. Интернет страница: <http://www.computerra.ru/89955/chego-zhdat-ot-setey-pyatogo-pokoleniya.html>

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. СӨТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Нурмаханов Бекарс Идирисович

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар
(мамандық атауы мен шифры)

Тақырыбы: «MatLab көмегімен 5G жаңа радиосын модельдеу»

Орындалды:

а) графикалық бөлім 5 парақ;
б) түсініктеме 42 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында MatLab көмегімен 5G жаңа радиосын модельдеу жасалған.

Қарастырылатын қуаттандыру құрылғысының артықшылықтары, кемшіліктері және электрлік сұлбасын зерделеу көрсетіледі.

MatLab көмегімен 5G жаңа радиосын модельдеу жасалған.

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 "өте жақсы" (95%) деген баға, ал студент Нурмаханов Бекарс Идирисович 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Сын - пікір беруші

ҚазҰАЗУ доценті, PhD докторы

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ
«IT - технологиялар автоматтандыру және агроинформатикалық коммуникациялар» факультеті
«20» 05 2022 ж.

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Нурмаханов Бекарс Идирисович

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар
(мамандық атауы мен шифры)

Тақырыбы: «MatLab көмегімен 5G жаңа радиосын модельдеу»

Бұл дипломдық жұмыста 5G заманауи желісін құрудың, пайдаланудың негізгі талаптары, және технологияның негізгі көрсеткіштері және болашақ желінің ықтимал болатын архитектуралары келтірілген.

Қазіргі таңда 5G мобильді телекоммуникация стандарттарының негізгі кезеңі болып табылады. 5G ауқымы айта келгенде, мобильді кең жолақты қызметтерден келесі буын автомобильдері мен қосылған құрылғыларға дейін болады.

Осы дипломдық жобада ҚР да 5G стандартындағы қазіргі заманғы сымсыз байланыс LTE технологиясын қолдана отырып зерттеу.

Жылжымалы байланыс желісін жобалау барысында **Matlab Simulink** бағдарламасын қолдана отырып, радиобайланыс аймағын есептеу және оңтайландыру.

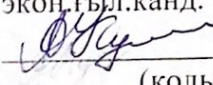
Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

Жаңа технологияны қолдану нұсқалары, желі архитектурасын көрсету өте орынды.

Жалпы, дипломдық жобаға "өте жақсы" (95%) деген баға, ал студент Нурмаханов Бекарс 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Ғылыми жетекші

ЭТ және ГТ каф. сениор-лекторы,
экон. ғыл. канд.

 Куттыбаева А.Е.
(қолы)

«15» мамыр 2022 ж.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Нурмаханов Бекарс Идирисович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: MatLab көмегімен 5G жаңа радиосын модельдеу

Научный руководитель: Айнур Куттыбаева

Коэффициент Подобия 1: 6.3

Коэффициент Подобия 2: 3.5

Микропробелы: 124

Знаки из других алфавитов: 512

Интервалы: 196

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:

2022-05-20

Дата

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Нурмаханов Бекарс Идирисович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: MatLab көмегімен 5G жаңа радиосын модельдеу

Научный руководитель: Айнур Куттыбаева

Коэффициент Подобия 1: 6.3

Коэффициент Подобия 2: 3.5

Микропробелы: 124

Знаки из других алфавитов: 512

Интервалы: 196

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:

2022-05-20

Дата



Сұңғат Марқсұлы

проверяющий эксперт