

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті  
Бүркітбаев ат.Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрландыру институты  
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Бегдаир Айнур Қуандыққызы

«Жұлдыз ықшам ауданында интернет желісін жақсартуды талдау»

## **ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Бүркітбаев ат.өндірістік автоматтандыру және цифрландыру институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі

\_\_\_\_\_ И.Сырғабаев

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 ж.

### **ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы «Жұлдыз ықшам ауданында интернет желісін жақсартуды талдау»

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған:

А.Бегдайыр

Пікір беруші  
техн.ғыл.канд.,  
АУЭС доценті

\_\_\_\_\_ А.О.Касимов

« 22 » 05 2020 ж.

Ғылыми жетекші  
экон.ғыл.канд., лектор

\_\_\_\_\_ А.Е.Куттыбаева

« 22 » 05 2020 ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Бүркітбаев ат.өндірістік автоматтандыру және цифрландыру институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі,

\_\_\_\_\_ И.Сыргабаев

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 ж.

### **Дипломдық жұмыс орындауға ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Бегдайыр Айнур*

Тақырыбы «Жұлдыз ықшам ауданында интернет желісін жақсартуды талдау»

Университет ректорының «27» қаңтар 2020 ж. №762-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «21» мамыр 2020 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

1) Алматы қаласы Жұлдық микрорайонының мәліметтері, 2) Пассивті технологияның салыстырмалы артықшылықтары; 3) Ethernet FTTH, PON желілері архитектурасы; PON желісі стандарттары; PON желісі типтік құрылымы; оптикалық желі терминалдары және оптикалық желі құрылғылары. Кадрлері мен пакеттерінің құрылымдары.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Төртінші мобильді желінің сипаттамалары және талдау буындары.

ә) Қазіргі кездегі телекоммуникациядағы желілерінің трафигі.

б) 4G желісін моделдеу, жалпы өткізу қабілеттілігін есептеу;

в) Желінің өткізуші қабілетін есептеу;

г) Потенциалды абоненттің санын есептеу.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

1. Ұсынылатын негізгі әдебиет 23 атау: 1) Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы, 3-е изд - СПб, Питер-пресс, 2006

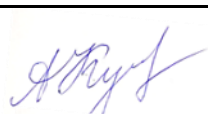


2. А. Б. Семенов. Волоконная оптика в локальных и корпоративных сетях. - Москва, АйТи-Пресс, 2003

А. Б. Семенов, С. К. Стрижаков, И. Р. Сунчелей. Структурированные Кабельные Системы АйТи-СКС, издание 3-е. - Москва, АйТи-Пресс, 2001


ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫСТЫ (ЖОБАНЫ) ДАЙЫНДАУ  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	04.01.2020 -25.01.2020	орындалды
Теориялық ақпарат	20.01.2020 -25.02.2020	орындалды
Жабдықтар жұмысының есебі	25.02.2020 – 20.05.2020	орындалды

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

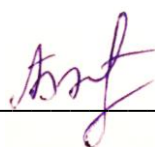
Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	А.Е.Куттыбаева, ЭТжҒТ каф.лекторы	24.04.2020	
Теориялық ақпарат	А.Е.Куттыбаева, ЭТжҒТ каф.лекторы	24.04.2020	
Норма бақылау	PhD докторы, ЭТжҒТ каф.сениор-лекторы Хабай А.	22.05.2020	

Ғылыми жетекшісі

  
(қолы)

А.Е.Куттыбаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



А.Бегдаир

Күні

«\_22\_» \_\_\_\_\_05\_\_\_\_\_ 2020 ж.

## АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс Жұлдыз ықшам ауданында интернет желісін жақсартуды талдау болып табылады. OFDMA модуляциясымен және ММО сигналдарының кеңістіктік кодалау әдісімен көптеген қолжетімді технологияларды пайдалануға негізделген төртінші буынның желілері тұтынушылардың трафигін айтарлықтай арттыруға болады.

Жұмыстың мақсаты барлық LTE базалық стансаларының көрсетілетін қызметтер сапаларын жақсарту үшін трафикті талдау. Деректер тарату жылдамдығын бақылау арқылы қызмет түрлерінің әртүрлі үлгілерін талдау кезінде шығындарды азайтуға негізделген. LTE желісінің өту қаблетін жоғарылату үшін түрлі трафикті тарату жүзеге асыратын әдісті әзірлеу болып табылады.

## АННОТАЦИЯ

Эта дипломная работа представляет собой анализ улучшения сети интернет в мкр. Жулдыз. Сеть четвертого поколения, основанная на использовании многих доступных технологий с модуляцией OFDMA и методом пространственного кодирования сигналов ММО, может значительно увеличить трафик потребителей.

Целью работы является анализ трафика для улучшения качества предоставляемых услуг всех базовых станций LTE. Данные основаны на уменьшении затрат при анализе различных типов услуг посредством контроля скорости передачи данных. Для того, чтобы повысить пропускную способность сети LTE, необходимо разработать метод, который будет осуществлять распространение различного трафика.

## **ANNOTATION**

This thesis is an analysis of the improvement of the Internet in the MD. Zhuldyz. A fourth-generation network based on the use of many available technologies with OFDMA modulation and MIMO spatial signal encoding can significantly increase consumer traffic.

The purpose of this work is to analyze traffic to improve the quality of services provided by all LTE base stations. The data is based on reducing costs when analyzing different types of services by controlling the data transfer rate. In order to increase the bandwidth of the LTE network, it is necessary to develop a method that will distribute various traffic.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Төртінші мобильді желінің сипаттамалары және талдау буындары	10
1.1 Өзара байланысты мәселелер	10
1.2 LTE желілерін құру ерекшеліктерін талдау	13
1.3 LTE желісінің пайдалану деңгейінің құрылымы 13	13
1.4 LTE желісіндегі өнімділікке әсер ететін негізгі сыртқы факторды талдау	16
2 Қазіргі кездегі телекоммуникациядағы желілерінің трафигі	19
2.1 Қазіргі кездегі телекоммуникациядағы желілерінің трафигі	19
2.2 Қызмет көрсету трафигінің өзін-өзі ұқсастығына әсер етуі	21
2.3 Қазіргі телекоммуникациядағы желілерінде қызмет көрсету сапаларын қамтамасыз ету	22
2.4 Негізгі QoS ұғымы	26
3 4G желісін моделдеу, жалпы өткізу қабілеттілігін есептеу жолы	29
3.1 eNodeB және UE арасында радио хабар тарату моделінің нәтижесін талдау	29
3.2 Желінің өткізуші қабілетін есептеу. Потенциалды абоненттің санын есептеу	38
3.3 LTE желілерінің сипаттамасына әсерлерін тигізетін трафикті таллау	39
Қорытынды	40
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	41



## КІРІСПЕ

OFDMA модуляциясымен және MIMO сигналдарының кеңістіктік кодалау әдісімен көптеген қолжетімді технологияларды пайдалануға негізделген төртінші буынның желілері тұтынушылардың трафигін айтарлықтай арттыруға болады.

Бұл желілердің ерекшеліктері: икемділігі, ұялы тұтынушыларды қосу, жылжыту, ажырату кезінде, жоғары жылдамдықты деректер тарату, рұқсатсыз кіруден қорғау және талшықты-оптикалық, мыстан жасалған қашықтықты және әрқашан мүмкін емес төсемелеу, жалға алу кезінде желілік топологияны динамикалық өзгерту мүмкіндігі. LTE желісінде басқару функциялары базалық стансаларға берілді, олар радиостансаға қосымша, тұтынушылық трафиктің бағытталуы туралы шешім болады. Сонымен қатар, негізгі мәселенің бірі – тұтынушылардың көпшілігіне, роумингтегі адамдарға көрсетілетін қызмет үшін сапа стандарттарын (QoS) қамтамасыз етуге арналған радиокомпонент бойынша трафикті басқару мәселесі.

Бастапқыда ұялы желілердің радио ресурстарын бағалау модельдері тек біртекті трафикті қамтыды, олар үшін шешімдер табылды, қайталанатын алгоритмдер әзірленді. Тұрақты жылдамдықпен әртүрлі трафик үшін алгоритмдер әзірленеді.

Жұмыстың мақсаты барлық LTE базалық стансаларының көрсетілетін қызметтер сапаларын жақсарту үшін трафикті талдау. Деректер тарату жылдамдығын бақылау арқылы қызмет түрлерінің әртүрлі үлгілерін талдау кезінде шығындарды азайтуға негізделген. LTE желісінің өту қаблетін жоғарылату үшін түрлі трафикті тарату жүзеге асыратын әдісті әзірлеу болып табылады.

Жұмыста осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қарастырылды:

- төртінші ұялы желісінің сипаттамасына талдау жүргізу;
- нақты уақыт режимінде трафикті басқаруға арналған шараларды әзірлеу;
- желілік трафик түрлерін қарастыру;
- қызметтің үлгісін құрастырып және зерттеу;
- мультимедиялық трафикті тарату, оларды қалыптастыру механизмінде көрсеткіштері қарастыру;
- сапа сипаттамаларын анықтау үшін үлгі пайдалану;
- қосымшалар және олардың тиімді бағалау алгоритмдерін құру;
- 4G желісін үлгілеу, жалпы өткізу қабілеттілігін есептеу;
- алынған нәтижелерге қарай, нақты уақыттағы трафикті басқару жөніндегі ұсыныстарды қалыптастыру.

# 1 Төртінші мобильді желінің сипаттамалары және талдау буындары

## 1.1 Өзара байланысты мәселелер

Трафиктердің күрделене түсуі, мобильдік қол жеткізудің түрлі-түрлерін ұйымдастыру кезіндегі мультимедиялық хабарламалар көлемдерімен салыстырғанда дауыс жүктемелерінің төмендеуі, сымсыз қатынауы кезінде орын алуы ықтимал болғандықтан, талап етілетін сапалы қызметі тек өткізу қабілеттілігінің тиімді тәсілдерін қолдану арқылы қамтамасыздандырылады. Ұялы желілердегі абоненттің стохастикалық қозғалысы есептерінен теңгерімсіздікті жүктей алады.

Мобильдік байланыс жүйелерінің эволюцияларының негізгі бағыттары мультимедиялы қызметтер сапаларын жақсарту, абонентті шығындарды азайту және операциялы шығындарды азайту болып келеді.

Елімізде сымсыз ақпаратты тарату желісінің жылдам дамуы [1] және әлемнің көптеген елінде ақпарат тарату саласында сымсыз революция деп айтылатындардың артықшылықтары:

- сәулеттік икемділік; мобильді пайдаланушыны елеулі шығынсыз қосу, ауыстыру мен ажырату кезінде желілі топологияны динамикалық түрлерде өзгерту мүмкіндіктері;

- жоғары жылдамдықтағы ақпаратты тарату;
- жылдам жобалану және орналастырылуы;
- рұқсатсыз кірулерден қорғаудың жоғарғы дәрежесі;
- қымбат және әр дайым мүмкін емес жалдау
- талшықтық-оптикалық немесе мыстан жасалған кабелі.

Тараудың мақсаты-LTE өткізу желісінің желілік жолағын басқару әдісін талдау. Ақпараттық желілердің өткізу қабілетін арттыру әдістеріне талдау жүргізілді, LTE желілерін құру принциптері қысқаша қарастырылды, оларда қозғалысты басқарудың қолданыстағы әдістеріне анализ жүргізілді. LTE технологиясы, радио интерфейстің ерекшеліктеріне байланысты динамикалық өткізу жолағын басқару алгоритмін қолдану үшін ең ыңғайлы болып табылады. Осыған байланысты, бұл бөлімде [2] желілік фрагментте гетерогенді трафикті тарату тиімділігін арттыруға басқару әдісін әзірлеу міндетін анықтау мақсатында стационарлық және ұтқыр байланыс желілерінің өткізу қабілетін бақылау әдістері қарастырылады және талданады.

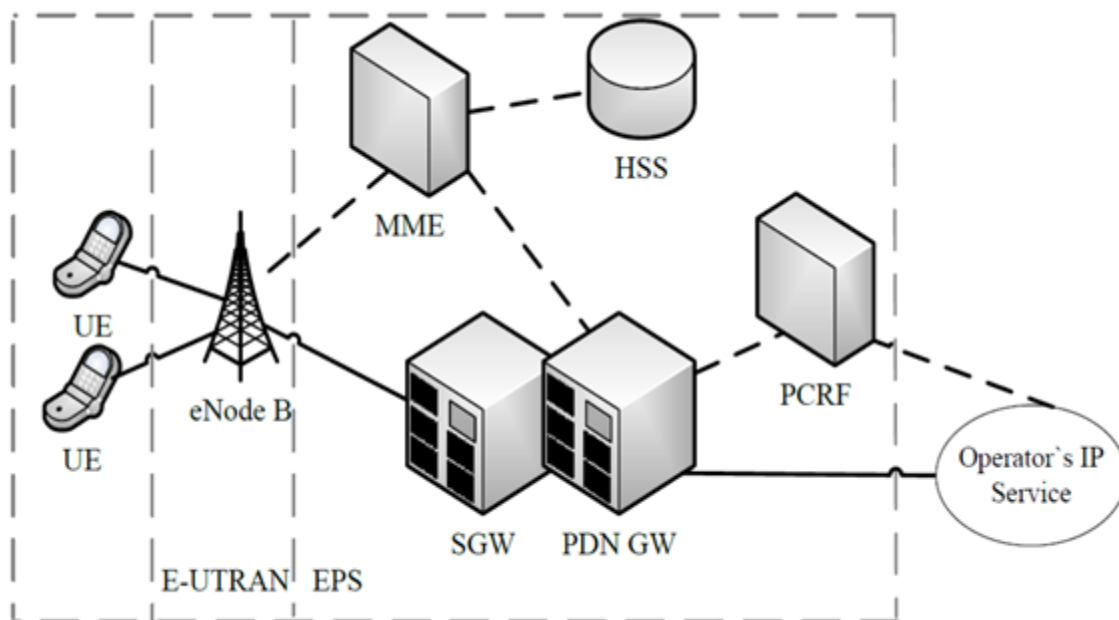
LTE желісін құру ерекшелігін талдай отырып, LTE желілерінің пайдаланушы деңгейлерінің құрылымын қарастырамын [3].

## 1.2. LTE желілерін құру ерекшеліктерін талдау

Қазіргі уақытта LTE технологиясы географиялық таралған нысандарды басқарудың заманауи тұжырымдамасын жүзеге асыратын ең танымал технология болып есептеледі [4]. Бұл технологияны басқарудың жоғары деңгейіне IP негізіндегі қызметтерге жан-жақты қолдауды қамтамасыздандыратын жаңа желілік инфра құрылымды пайдалану арқылы қол жеткізіледі [18], сонымен қатар әр түрлі сымсыз қосылу желілері арасында ауысу кезінде үзіліссіз жазылым қызметтерін ұсынады [5].

LTE желісі екі маңызды компоненттен тұрады: EUTRAN радио желісі және EPC магистраль (1.1 сурет).

LTE желісінің 3GPP (GSM / UMTS / HSPA +) желілерімен әрекеттестігі роумингте де, берілу кезінде де жүзеге асырылады. LTE желісі дәстүрлі телефония қызметтерін дәстүрлі телефон коммутациясының технологиясымен (TDM) және пакеттік коммутация технологиясымен IMS сервис ішкі жүйесімен қамтамасыз ететін басқа 3GPP желілерімен өзара әрекеттеседі [6].



1.1 Сурет – LTE желілерінің құрылысы

Бұл желі мәліметтерді басқару, коммутациялау, маршруттау және сақтауға жауап беретін элементтерді қамти алады.

Желінің радиолы бөлімі (E-UTRAN) тек радиоинтерфейстің функциясын қабылдайтын және пайдаланушылар құрылғысы мен деректер желілері арасындағы байланыс болыптын eNodeB базалық станциясынан тұрады, [3,6], мұнда BSS базалық станцияларының шағын жүйелері, BTS базалық таратқыштары мен BSC базалық станцияларының контроллері, LTE желісінде таратқыштардың және контроллердің функциясы бір eNodeB элементерінде

біріктірілген. Сонымен бірге, жабдықтарды өндірушінің саны көбінесе негізгі желісі функцияларын бірдей платформаға біріктіреді, ол ақпараттық қауіпсіздік тұрғыларынан қосымша проблемаларды әкеледі [5, 7].

ЕРС негізгі желілерінің негізгі элементі болып табылады:

- абонентті терминалды ұтқырлығын тексеру, деректерді басқаруларды басқару және ұялы байланысты қауіпсіздігін басқару жөнінде міндеттерді орындайды, ұтқырлықты басқару тораптары -MME. Қауіпсіздікті басқарушы үшін NAS Security түйіндерін MME тораптарына біріктірді;

- ENode B базалы станциясының кішкене жүйесінен алынған дестелерді бағыттау және өңдеу үшін жауапты LTE желілі шлюздеріне қызмет көрсетуі;

- басқа оператордың желілерімен өзара әрекеттесуші шлюзі - LTE, P-GW желілерінен дауыс беру, деректерді басқа 3GPP, 3G, 2G емес және ғаламтор желілеріне жіберушіге жауапты;

- Абоненттік ақпаратты сақталатын Абонентті деректер серверлері HSS;

- ПТРФ қызметі үшін абоненттерге төлем шоты;

- DNS IP / DHCP -мекен-жайын білу серверлері.

LTE желілерінің архитектурасының басты артықшылықтары алдыңғы буынды желілік архитектурасына қарағанда, аралық элементтің аз саны арқылы өтушіге байланысты пайдаланушы дерегін және басқару ақпараттарын берудің кешігулерін қысқартады. Мұнда мәліметтер алмасу IP желісінде пакеттік коммутация арқылы іске асырылады, бұл LTE желілері мен алдыңғы буындағы желілер арасындағы айтарлықтай айырмашылықты байқауға болады.

Қазіргі уақытта екінші, үшінші және төртінші ұрпақтың мобильді желілері, Wi-Fi стандартының жоғары жылдамдықты жергілікті желілері және т.б. бөлшек сауда жүйелерінде, қоғамдық тамақтану жүйелерінде және қоғамдық көлікте пайдаланылады. кеңінен таралған. Сонымен қатар, Wi-Fi және мобильді желілер үшін бірлескен базалық станциялар да бар. Бұл абоненттерге әртүрлі қатынас параметрлерін пайдалануға мүмкіндік береді.

Осыған байланысты SAE архитектурасы абонентке қажетті қызметтерді ұсыну үшін қолайлы деректерді беру желісін таңдау тетіктерін қамтамасыз етеді. Бұл жағдайда барлық қазіргі заманғы мобильді терминалдар бірнеше желілер болған кезде пайдаланушы рұқсат еткен Wi-Fi желісіне трафикті жіберуді таңдайды, бұл әдетте бір технологиядан екіншісіне ауысу және сәйкесінше желілер арасында пайдаланушы деректерін беру жолымен жүзеге асырылады.

LTE желісі мен басқа стандартты 3GPP желісі арасындағы байланыс Mmc логикалық элементінің MSC сервері арқылы SV интерфейсі арқылы аудио қоңырауды орындау кезінде өзара әрекеттесуі арқылы жүзеге асырылады. LTE желісінен коммутацияланатын желіге (CS доменіне) қоңыраулар болған жағдайда; LTE желісінен пакеттер коммутациясы бар желіге (PS доменіне) қоңыраулар кезінде SGSN-мен SME өзара әрекеттесуін пайдалану.

LTE желісінің 3GPP-желілерімен өзара әрекеттесуі кепілді қауіпсіздік – «сенімді» желілерімен, ал кепілдік берілмеген желілермен өзара әрекеттесуі – «сенімсіз» желілермен өзара әрекеттеседі. «Сенімді» - басқа стандарттардың мобильді желілері, «сенімсіз» - интернеттің жалпы қол жетімді IP-желілері. LTE

желісі Р-GW шлюзі арқылы 3GPP емес «сенімді» желілермен өзара әрекеттеседі және ePDG шлюзі арқылы «сенімсіз» желілермен өзара әрекеттеседі.

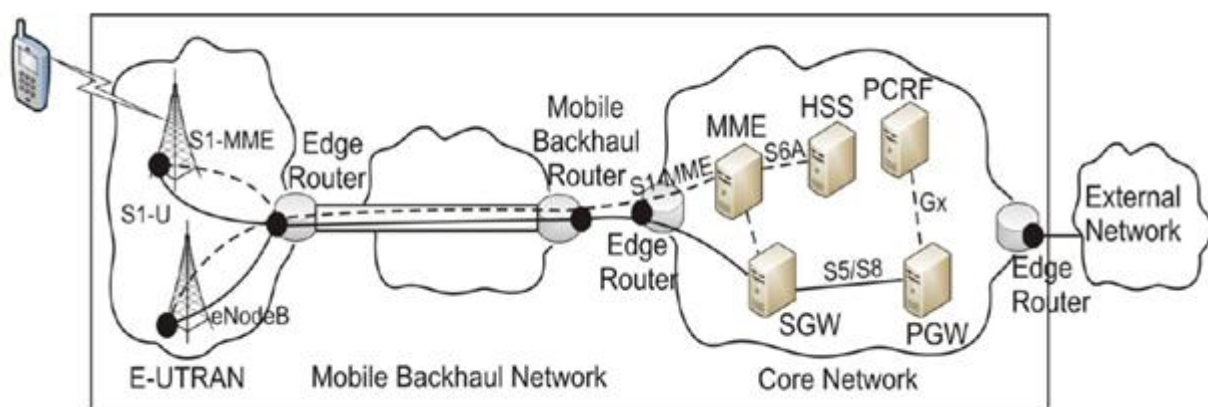
Қозғалыс күрделілігі, атап айтқанда, әр түрлі ұтқыр қол жетімділікті, ақпараттық қауіпсіздікті ұйымдастыру кезінде мультимедиялық хабарламалардың көлемімен салыстырғанда дауыстық жүктеменің төмендеуі өткізу қабілетін ұлғайтудың тиімді әдістерін пайдалану есебінен ғана қамтамасыз етілуі мүмкін, өйткені барлық хаттамалар мен өзара іс-қимыл схемалары жұртшылық үшін ашық IP-ді тарату IP-ге негізделген.

LTE желісінің құрылымын пайдаланушы деңгейінде қарастырайық.

### 1.3 LTE желісінің пайдалану деңгейінің құрылымы

LTE желісінің құрылымдық схемасын пайдаланушы деңгейінде қарастырайық (1.2-сурет). Абоненттің сигналы eNodeB базалық станциясына түседі.

Базалық станция абонентті сәйкестендіреді, бірақ бұл алдында UE пайдаланушы құрылғысы желі жіберген хабарға (сөйлесуге) сәйкес желінің түпнұсқалығын тексереді. Базалық станциялар арасындағы жүктемені шектеу үшін Mmc мобильді басқару торабы хn2 сигналдарды өңдеу интерфейсін ұсынады, ол арқылы тез ауысатын абоненттер eNodeB арасында қосылады. Бұл әсіресе тасымалдау кезінде маңызды. ENodeB арасында тікелей сымсыз деректерді тарату қабілеті грид-желісінің функционалдығы SAE архитектурасына біріктірілген дегенді білдіреді. Жаңа архитектура көптеген қосымшаларды көрші ұяшықтарға жіберуге мүмкіндік береді, бұл қажет болса, негізгі желімен емес, негізгі желімен әрекеттесуді азайтады.



1.2 Сурет – SAE инфра құрылымы мен LTE жүйелік құрылысы

MME мобильді басқару торабы қызметтік ақпаратты өңдеуді басқарады: аутентификация, қызмет көрсету шлюзінің (S-GW) сигналын іздеу. LTE

желілеріндегі сигнал жүктемесі шектелмеген. Естеріңізге сала кетейік, LTE желісі абоненттерге келесі тарату жылдамдығын орнатады: статикалық немесе баяу трафик үшін 1 Гбит / с және көлік құралдары үшін 100 Мбит / с. Қазіргі уақытта жоғары жылдамдықты абоненттердің 3,5%-ы S1-MME интерфейсі арқылы нақты желілерде таратуды жүзеге асырады [28]. Модуль абоненттерге қызмет көрсету туралы ақпаратты сақтауды, ұялы желілердегі терминалдарды басқаруды және абоненттердің жердегі ұтқырлығын қамтамасыз етеді.

S-GW сервистік шлюзі ақпараттық трафикті өңдеу функциясын орындайды, оның көмегімен пайдаланушы жабдығы негізгі желіге қосылады. Сонымен қатар, S-GW шлюзі абонент трафиінің есебін жүргізеді және ол қанша рет қандай серверлерден жүктелді.

S-GW сондай-ақ QoS сапа деңгейіне сәйкес тарату желісіндегі трафикті (жоғары жылдамдықты желі (UL) және төмен жылдамдықты желі (DL)) орнатады.

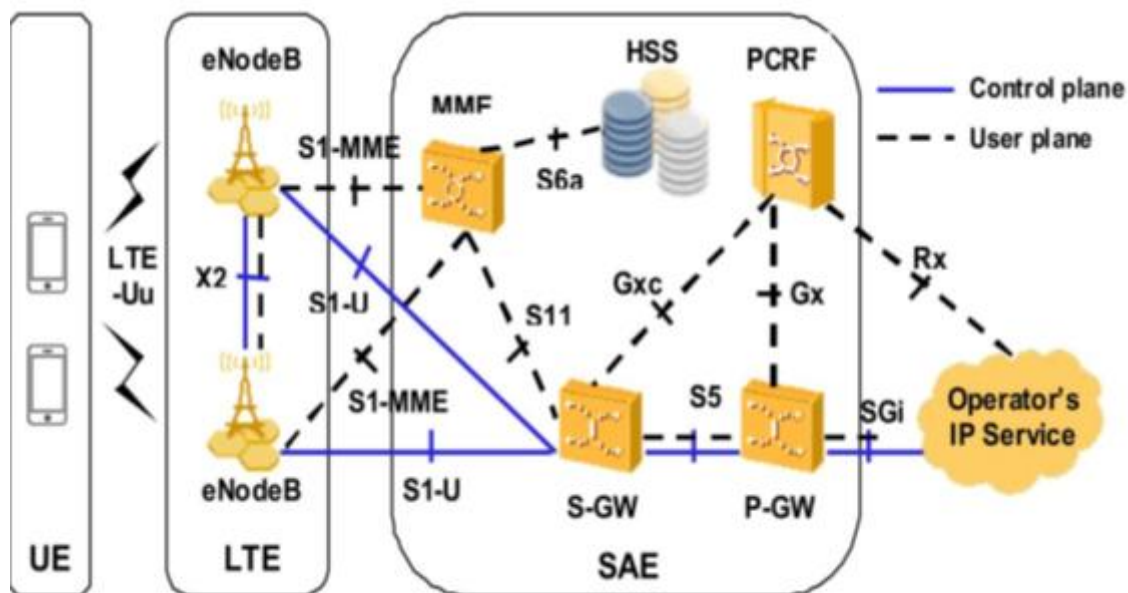
6 бит, ал 0 сапасы төмен. P-GW пакеттік шлюзі UE пайдаланушы жабдықтарынан трафик үшін кіру және шығу нүктелері болып табылатын сыртқы пакеттік деректер беру желілеріне қатынауды қамтамасыз етеді, ал UE бірнеше желіге бір мезгілде қосылу үшін бірнеше P-GW құрылғыларына қосылуы мүмкін. P-GW қорғауды, пакеттерді сүзуді, тіркелгілерді қолдауды, заңдылықтарды сақтауды және әр пайдаланушы үшін пакеттерді сұрыптауды қамтамасыз етеді. P-GW маңызды ролы 3gpp желілері мен WiMAX және 3gpp2 (CDMA 1X және EvDO) сияқты 3gpp-ге жатпайтын технологиялар арасындағы мобильді басқару болып табылады.

HSS абонентінің деректер сервері үлкен дерекқор болып табылады. 2 - ші және 3-ші буын желілеріндегі VLR, HLR, AUC және EIR регистрлерін ауыстырады. Абоненттер шынайылығы тексеруден өтіп, HSS серверінде тіркеледі, абонент профилі SE-ге жүктеледі, роумингте шектеулер және қатынау желілерінің типтеріне қызмет көрсетуге болады (қазіргі уақытта кейбір қызметтер тек LTE желілерінде ғана қол жетімді). Бұл жағдайда HSS сервері GSM және UMTS желілерінде пайдаланылатын SS7 [60] сигнал беру жүйесіне негізделмеген Diameter протоколының интерфейсі арқылы пакеттік желі ядросына қосылады. Сигнал sm-gm қамтамасыз ету үшін диаметр хаттамасында негізделген.

PCRF зарядын бақылау блогы келесі функцияларды орындайды: сапаны бақылау және техникалық қызмет көрсетуді бақылау (бақылауды бақылау, параметрлерді өзгерту, қызмет көрсетуді іске қосу және т.б.), ол сапаны бақылауды қамтамасыз етеді, сондай-ақ берілген сипаттамаларға (QoS) сәйкестігін қамтамасыз етеді, тек дауыстық байланыс үшін. топтамадағы қызметтер үшін ғана емес.

Жалпы қолжетімді сауда жүйелері, қоғамдық тамақтану, көлік (кафе, әуежайлар, дүкендер) және т.б. мобильді желілермен қатар жоғары жылдамдықты жергілікті Wi-Fi желілері кеңінен қолданылады. Wi-Fi Және мобильді желілерде жұмыс істеу үшін байланыстың әртүрлі нұсқаларын пайдалана отырып, абоненттерге қызмет көрсетуге мүмкіндік беретін базалық

станциялар әзірленуде. Осыған байланысты SAE пайдаланушы деңгейінің архитектурасы абонентке қажетті қызметтерді ұсыну үшін ең қолайлы инфрақұрылымды таңдау тетіктерін қамтамасыз етеді. Осылайша, жаңа радиожелілер құрылады, ол деректерді беру жылдамдығын едәуір арттырады және байланыс уақытын қысқартады. Желінің жалпы ядросына ие бола отырып, мобильді сервистер LTE технологиясы арқылы ғана емес, сонымен қатар басқа да деректерді беру интерфейстерін интеграциялаумен байланысты басқа да радиотехнологиялар (Wi-Fi, WIMAX, CDMA2000 және т. б.) арқылы да, 1.3-сурет.



1.3 Сурет – LTE желілерінің инфра құрылымы

нақты уақыт қосымшалары үшін абонент пен оператор нақты уақыт режимінде есептік жазбаның жағдайын бақылай алатын онлайн-есептік жазба беріледі. Технология бірнеше зарядтау үлгілерін қолдануға мүмкіндік береді, атап айтқанда: техникалық қызмет көрсетуге жұмсалатын уақыт, техникалық қызмет көрсетуге жұмсалатын уақыт, техникалық қызмет көрсету кезінде біріктірілген модельдер де бар. PCRF сайты абонент оператор желісінің әрекет ету аймағынан тыс болса да, барлық көрсетілген функцияларды орындайды.

Егер абонент сол оператордың желісінде болса, пайдаланушы құрылғысының IP-мекенжайы өзгермеуі тиіс, сондықтан eNodeB базалық станциясы осы желіде барлық IP-адресстерді әрдайым "біледі", сондықтан ол белгіленген трафикті жібере алады.

Қазіргі уақытта үлкен қалада екі MME және оператордың бір аймағында 7000 базалық eNodeB станциясы бар, бірақ ең көп дегенде 30 000 eNodeB порттары бір MME-ге қосылуы мүмкін. ENodeB базалық станциясына бір уақытта 800 абонентке дейін қосуға болады. LTE желілерінде дауысты және деректерді беру әртүрлі қысым дәрежесімен жүзеге асырылуы мүмкін. Функция



модуляция, кодтау және жылдамдықты (Link Adaptation) бейімдеуге арналған, ол арнаның шарттарына байланысты нақты уақытта сөйлеу қысу кодекстерінің түрін өзгерте алады. Дауысты беру үшін кодек түрі радиожелідегі жағдайларға байланысты. Егер радиоарнаның ең аз сапасы сақталмаған болса, қосылу жоғалады.

LTE базалық станцияларында eNodeB абонентінің орналасқан жерін ескеретін пайдаланушы жабдығының таратқыштары үшін қуатты басқарудың модификацияланған алгоритмін пайдаланады: пайдаланушы eNodeB-ке жақындағанда, сигнал / шу қатынасы қуатты реттеу үшін қолданылады. Сонымен, eNodeB-ке жақындағанда пайдаланушы жабдық сигнал / шу қатынасымен жұмыс істейді, сондықтан кодтау жылдамдығы мен модуляция коэффициенті жоғары, бұл тарату жылдамдығын арттырады.

LTE желілері ұсынылған қызмет көрсету сапасына (QoS) сәйкес ресурстар блоктарының икемді және артық бөлінуін қамтамасыз ететін өткізу жолағының бейімді таралуын пайдаланады.

Алгоритмі бейімді бөлу жиіліктер жолағын бөледі саны аз блогы ресурстар пайдаланушыларға сәйкес спектральды тығыздығы сигнал күшін шекарасында соты. Спектралды тығыздықты бағалаудың дәлдігі пайдаланушыға талап етілетін ресурстың оңтайлы таралуына әсер етеді.

LTE-Advanced желілерінде UE пайдаланушы жабдығы (пайдаланушы жабдығы) деректерді беру үшін eNodeB екі станциясымен тікелей байланыста болады, осылайша сигнал / шу қатынасын азайту.

LTE желісінің фрагментіне пайдаланушылық деректерді берудің ең жақсы тәсілін анықтау үшін біз ақпараттық желілердің өткізу қабілетін арттырудың қолданыстағы әдістерін талдаймыз.

#### **1.4. LTE желісіндегі өнімділікке әсер ететін негізгі сыртқы факторды талдау**

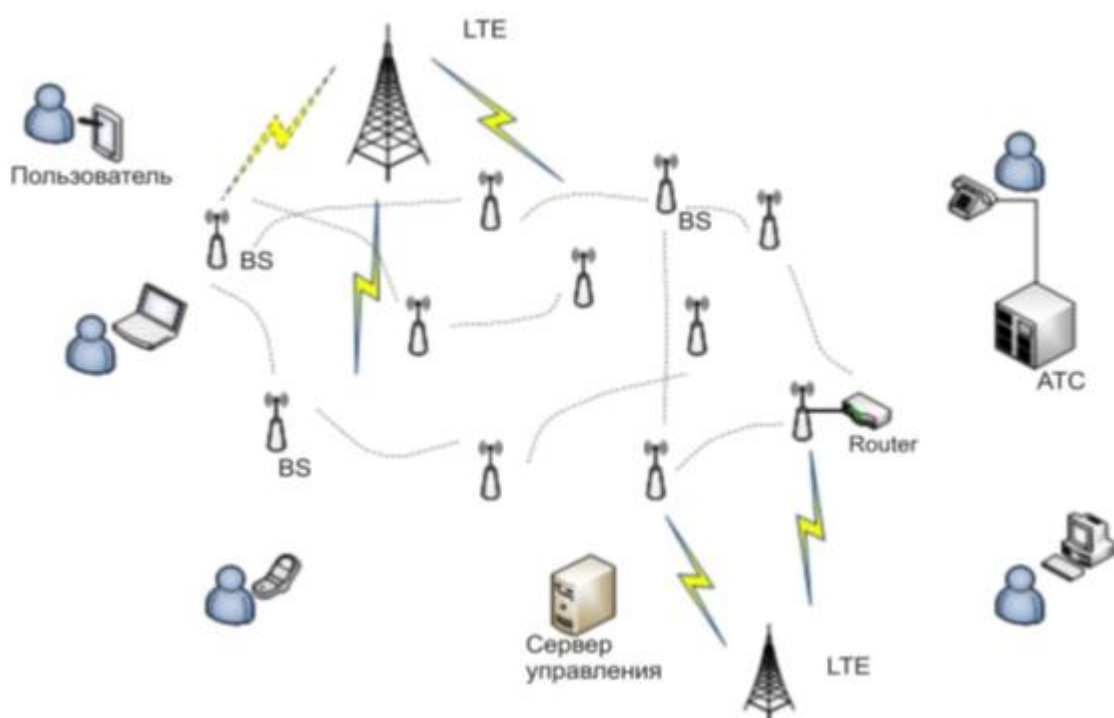
Желі жұмысына әсер ететін сыртқы факторлардың бірі қауіпсіздік қатері болып табылады. LTE қатерлерінің екпіндері өзгерді, енді олар IP хаттамасына қосылған. 3G желісінде сөйлесу трафигі және деректер беріледі екі желісі - желісі, соединенной схемасы бойынша [9], және деректерді беру желілері желісінде 4G, ал барлық трафик арқылы өтеді IP арқылы бірыңғай архитектурасын EPC (1.1-сурет).

Бұл жағдайда LTE желісі өнімділіктің кейбір шектеулерін қояды. Атап айтқанда, байланыс жылдамдығын арттыру eNodeB станциясының әрекет ету радиусын орташа LTE үшін шамамен 5 км - ге азайтады (800 МГц немесе 2600 МГц жиілік диапазонына байланысты). Сонымен қатар желідегі осы станциялардың саны артады және олар бір-біріне жақын болады. Бұл жағдайда eNodeB (триангуляция) станцияларынан сигналдар негізінде абоненттің орналасқан жері дәлірек жұмыс істейді. Бір жағынан, оператор абоненттің



орналасқан жерін неғұрлым дәл біледі, ал екінші жағынан, жаңа қауіп тудыратын абоненттің мониторингі үшін пайдаланылатын орналасқан жерді анықтау қызметі (LBS).

Жабдықты жақсарту үшін желілік жабдықтың тығыздығын арттыру (сурет. 1.4) пайда болуына әкеледі фемтосот тіпті пикосот LTE [12] белгіленуі мүмкін пайдаланушы немесе ең компаниясы. Сонымен бірге, жаңа Желілік элементтердің пайда болуы олардың шабуылына және басқа желілермен байланыс арналарына әкелуі мүмкін. Қазіргі уақытта бұл фемтосоттарды кім қорғайды және теңшейді: желі операторы немесе оларға қызмет көрсетумен айналысатын жеке фирмалар, оларды сатып алатын пайдаланушы немесе олардың желісіне қосылған оператор. Сондай-ақ, eNodeB базалық станциялары ақылға қонымды болды, мысалы, REL10 нұсқасында олар трафикті бағыттай алды.



1.4 Сурет – Әр түрлі абонентті желіге қосу

LTE-Advanced желілеріндегі байланыс ресурстарын басқару функцияларын орындайтын радиокомпоненттің контроллері (RNC) LTE желілік архитектурасынан жоғалып кетті. Алдыңғы ұрпақтың желілік инфрақұрылымына шабуыл жасау үшін физикалық қол жетімділікке толы контроллерді енгізу қажет болды. Басқару функциялары базалық станцияларға берілді, олар енді абоненттерден барлық трафикті маршруттау, сондай-ақ радиобайланысқа қызмет көрсету туралы шешім қабылдайды. Бұл желі өзегін айналып өтіп, көрші абоненттер арасында тікелей байланыс орнатуға мүмкіндік берді, бұл желі арасындағы жүктемені едәуір төмендетеді. Бірақ, сондай-ақ, тек IP бойынша жұмыс істейтін eNodeB станцияларына шабуыл жасау мүмкіндігі

бар, бұл зиянкестерге рұқсатсыз қол жеткізуді жеңілдетеді. Байланыс деңгейіндегі классикалық шабуылдар дауыл таралуын, eNodeB жалған тораптарын және басқа да шабуыл түрлерін тудыруы мүмкін, ал трафик біркелкі болып табылады, сондықтан оның жылдамдығы шектелуі тиіс, бірақ LTE желісін жабу кезінде пайда болатын көптеген мәселелер әлі шешілмеген. Бұл дипломдық жұмыста LTE стандартының мобильді желісінің өнімділігін арттыру, атап айтқанда, пайдаланушылардың ақпараттық ағынын динамикалық басқару тәсілін қарастырамыз. Нақтылау үшін міндеттер талдайық әдістері динамикалық басқару ағындарын желілерінде LTE.

## **2 ҚАЗІРГІ КЕЗДЕГІ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯДАҒЫ ЖЕЛІЛЕРІНІҢ ТРАФИГІ**

Қазіргі уақытта телекоммуникациялық қызметтер желісінің трафигі жетекші орындардың бірін алады және тұтынушылар саны жыл сайын өсіп келеді. Соңғы уақытта дестелер коммутациясы бар телекоммуникациялық жүйелердің (TS) тез дамуы, сондай-ақ IP-желіде дауыстық қызметтердің интеграциясы байқалады.

Қазіргі уақытта желілік трафик телекоммуникациялық қызметтер нарығындағы сүйікті орындардың бірін алады және абоненттер саны жыл сайын өсіп келеді. Соңғы уақытта дестелер коммутациясы бар телекоммуникациялық жүйелердің (TS) тез дамуы, сондай-ақ IP-желіде дауыстық қызметтердің интеграциясы байқалады.

### **2.1 Қазіргі кездегі телекоммуникациядағы желілерінің трафигі**

Трафиктің негізгі 3 сипаттамасын негізгі жіктеу критерийі ретінде қабылданады: салыстырмалы болжамды деректерді табыстау жылдамдығы, сезімталдығы трафик к задержкам пакеттерін, сезімталдығы трафик шығындарға және искажениям пакеттерді [16-20] (2.1-сурет).

Трафик ағынының қосымшалары деректерді берудің тұрақты жылдамдығымен (CBR) желіге түсетін деректердің біркелкі ағынын жасайды. Сонымен қатар, бір уақытта бір уақытта бір уақытта бір уақытта бірдей пакеттердің кезектілігі болып табылады, сонымен қатар CBR:  $CBR = V / T$  бит/с аралығында уақыт аралығында орташалануы мүмкін.

Пульсациялаушы қозғалыстағы қосымшалар үнсіздік кезеңі пульсациямен алмастырылатын кезде, пакеттер бір-біріне «тығыз» көрінетін кенеттен жоғары дәрежемен сипатталады. Нәтижесінде трафик ауыспалы жылдамдығы бар (VBR). Іс жүзінде кез келген трафик, тіпті қосымшалар трафигі күшейткіштің нөлдік емес коэффициенті бар.



## 2.1 Сурет – Желілік трафиктік түрлерінің жіктелуі

Асинхронды қосымшалар электрондық пошта сияқты кідіріс кезінде (динамикалық трафик) шексіз қосымшаларды қамтиды.

Интерактивті бағдарламалар-бұл кідіріске әсер етпейтін бағдарламалар, мысалы, қашықтағы файлмен жұмыс істейтін мәтіндік редактор.

Isosynchronous қосымшалары кідіріс өзгерістеріне сезімталдық шегі бар, оның артықшылығы, ол дауыс беру сияқты қосымшаның функционалдығын айтарлықтай төмендетеді.

Кідіріске сезімтал қосымшалардың функционалдық мүмкіндіктері, мысалы, нақты уақыт режимінде Техникалық объектіні басқаратын бағдарламалар нөлге қосылады.

Деректерді жоғалтуға сезімтал қосымшалар-бұл әріптік-сандық деректерді (мәтіндік құжаттар, бағдарламалық кодтар, сандық массивтер және т.б.) жіберетін бағдарламалар. Барлық дәстүрлі желілік қосымшалар (файлдық қызмет, деректер қоры қызметі, электрондық пошта және т.б.) қосымшалардың осы түріне жатады.

Деректерді жоғалтуға төзімді қосымшалар-бұл инерциялық физикалық процестердің трафигі туралы ақпаратты жіберетін бағдарламалар, олардың экономикалық тиімділігі алынған деректердің аз мөлшері негізінде анықталуы мүмкін. Бұл түрі мультимедиалық трафикпен жұмыс істейтін көптеген қолданбаларды қамтиды. Дегенмен, жоғалған пакеттердің пайызы аз болуы мүмкін.

Қызмет көрсетілетін трафикті ескере отырып, қазіргі заманғы желі мультисервистік болып табылады және келесі талаптарға жауап беруі тиіс:

- байланыс саласындағы тиісті стандартталған комитеттермен бекітілген хаттамалар мен технологиялар негізінде құрудың жаңа принциптерін қолдану;
- желі мен магистральды сегменттерді салу кезінде оптикалық талшықтарды кеңінен пайдалануға бағытталған;
- желінің жоғары сенімділігін және байланыс арналарын жоғалтқан және жабдық істен шыққан жағдайда Желіге қосылу мүмкіндігін қамтамасыз ету;

- апат болған жағдайда нақты уақыт режимінде қосылудың авариялық сенімділігін және қалпына келтірілуін қамтамасыз ететін көлік жабдығын пайдалану;

- құпиялылықтарды және мәліметтерді қорғауды қамтамасыздандыру;

- QoS қызметтерінің сапасын қамтамасыз ету үшін тетіктерді қамтамасыз ету, бұл дауыс және бейне сияқты трафикті кідірту параметрлерін сезімтал беру үшін қажетті шарт болып табылады;

- желінің ауқымдылығын қамтамасыз ету, желінің әлеуетті сыйымдылығын түсіну, магистральдің өткізу қабілетін арттыру, ұсынылатын қызметтер тізімін кеңейту мүмкіндігі;

- әр абонент үшін абоненттердің осы топтары үшін қызмет көрсету деңгейінде уағдаластықтардың орындалуына кепілдік береді;

Сонымен қатар, байланыс операторының, байланыс провайдерінің немесе қызмет көрсету саласының біркелкі сапасы үшін байланыс желісінің арналары мен қызметтерін қалпына келтіру уақытын білеміз.

## **2.2 Қызмет көрсету трафигінің өзін-өзі ұқсастығына әсер етуі**

Ақпараттық ағындардың көптеген өлшеулерін пакеттер деңгейінде талдау белгілі бір кездейсоқ модельдерге сәйкес келмейтін компьютерлік желілердегі процестердің ерекше сипатын көрсетеді. Пакеттік трафиктің сипаттамасы-практикада анықталған статистикалық сипаттамалардың ұқсастығы немесе ірі масштабты инварианттардың қасиеттері.

Осылайша, дауыстық трафиктің ұқсастығы қызмет көрсету сапасын төмендетеді. Алайда, өз-өзіне қол жұмсау бізге салыстырмалы қысқа уақыт кезеңінде трафикті талдауға және ұзақ уақыт кезеңінде оның мінез-құлқын болжай алатын болжамдау алгоритмдерін әзірлеуге мүмкіндік береді.

Виртуалды байланысты басқару тұрғысынан, желілік процестің деңгейі тәжірибелік жолмен анықталатын және нақты желінің конфигурациясына және кезекті басқару алгоритмдерінің жұмысына байланысты болатын белгілі бір шектен асқанда, сондай-ақ нақты маршрутизаторларда кезекті толтырғанда анықтау қажет. Қарапайым жағдайда, бұл трафиктің максималды рұқсат етілген деңгейі, кезек толтырылып, сәйкесінше, пакет жоғалады. Сондықтан, трафиктің статистикалық сипаттамаларының ірі масштабты инвариантты сипатын ескере отырып, желі құрылғысының буферінде кезектің өсуін талдау үшін алгоритм қажет, ол нүктеден уақытша белсенділік көздерін ажырату тетігін іске қосуға тиіс. Қазіргі уақытта желіде QoS-ты жүзеге асырудың бірнеше нұсқасы бар, бірақ олардың әрқайсысының өз кемшіліктері бар, сондықтан қосымшалардың талап етілетін деңгейін қамтамасыз ету үшін қосымша құралдарды әзірлеу қажет.

Қасиеттері ірі масштабты инвариантты статистикалық сипаттамаларын трафик теріс әсер етеді қызмет көрсету сапасы. Демек, болашақта CSR өнімділігін арттыруға мүмкіндік беретін трафик ұқсастығын ескере отырып,

трафикті генерациялау және артық жүктемені болдырмау алгоритмдерін әзірлеу қажет.

Өзінің бастапқы түрінде Интернет негізінен қызметтердің кең спектрін ұсынуға бағытталған. Алайда қазіргі заманғы желілер-тамаша қызмет. Оператордың өткізу қабілетінің индикаторы бар ең танымал сервистердің тізімі 1.1-кестеде келтірілген.

### 2.1 Кесте – Өткізу жолағының сипатамасы

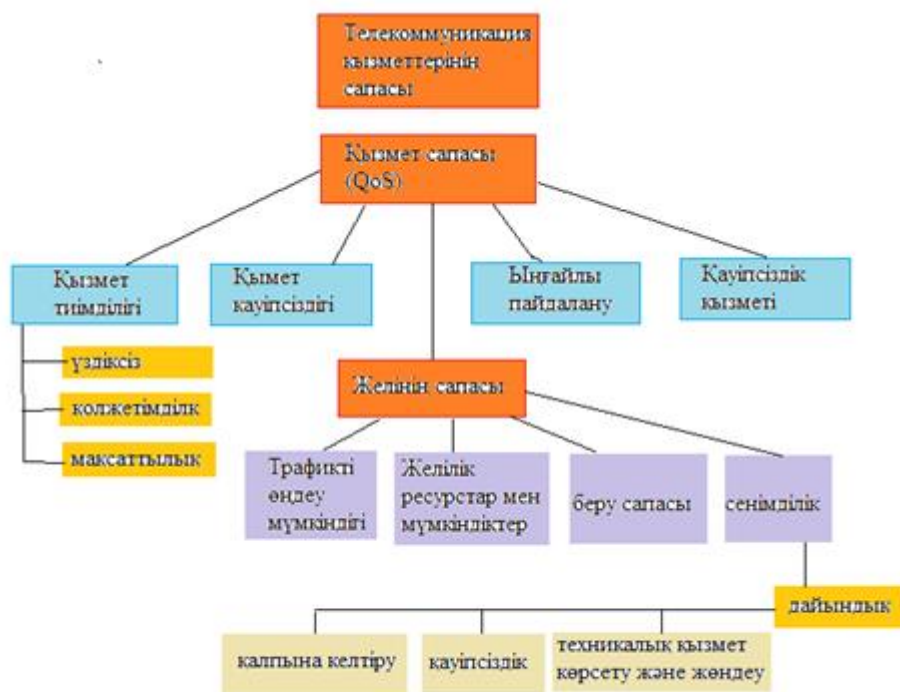
Қызмет көрсетуі	Өткізу қабілеттері талап етіледі
Алыстан қол жетімді ғаламтор	6 Мбит/с -тан 128 Кбит/с дейін
Теледидар хабарды тарату(IPTV)	5 Мбит/с -тан 2Мбит/с дейін
Бейне сұраулар бойынша	5 Мбит/с -тан 2Мбит/с дейін
IP-телефония (бір реттік сөйлесу)	24 Кбит/с
Дыбыс сұраулары бойынша	Кбит/с -тан 700 11 Кбит/с дейін
Копоративтік пайдаланушыға арналған ғаламторға және корпоративті желіге кіру үшін арнайы желілер	xDSL байланысы үшін 1 Мбит/с-тан 50 Мбит/с дейін, интернет арқылы қосылған кезде 100 Мбит/с дейін
Алыстан оқытулар	6 Мбит/с 128 Кбит/с -тан дейін
Желілік ойындар	600 Кбит/с -тан 40 Кбит/с дейін

Байланыс операторлары желілерін дамыту перспективалары желі жұмысының қазіргі заманғы технологияларын анықтайтын қажетті өткізу қабілетін қамтамасыз етуге бағытталған. Телекоммуникациялық желілердің даму болжамы IP-трафигінің жыл сайын трафигін екі еселейтін фактіні қамтуы тиіс. Сонымен қатар, әр түрлі желілердегі конвергенцияның қазіргі тенденциясы, сондай-ақ нақты уақыт Қосымшаларының және мультимедиялық қосымшалардың пайда болуы желі трафигінің әр түрлі түрлерін, соның ішінде кідіріске сезімталдығын ұсыну қажеттігіне алып келді. Осылайша, дәстүрлі TSP / IP желілері қосымшалармен талап етілетін қызмет көрсету сапасына кепілдік бермейді және қажетті деңгейде қосымшаларды ұсыну үшін қосымша құралдарды әзірлеу қажеттілігі бар.

### 2.3 Қазіргі телекоммуникациядағы желілерінде қызмет көрсету сапаларын қамтамасыз ету

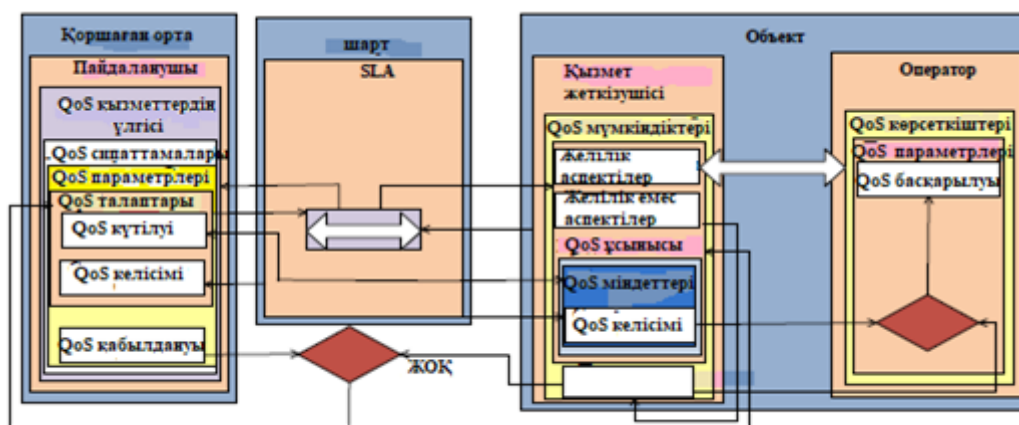
Телекоммуникациялық қызметтердің сапасы-бұл желі сапасымен анықталатын, оның тұтынушылардың қажеттіліктерін қанағаттандыру қабілетін сипаттайтын сервистік қасиеттердің жиынтығы. Байланыс желілерін жобалаудың мақсаты телекоммуникациялық қызметтердің сапасын қамтамасыз ету (жақсарту) болып табылады. Ұсынымдарына сәйкес ITU-T E. 800, E. 430,

1.350, G. 1000 сапалық сипаттамалары телекоммуникациялық қызметтерді екі топқа бөлуге болады (сурет 2.2): сипаттамалары қатысты қызмет көрсету сапасы (QoS), және сипаттамалары қатысты өнімділігін желі (NetworkPerformance, NP).



2.2 Сурет – Телекоммуникациядағы қызметтерінің сапасы

Қызметті көрсету сапасы-оған берілген қызметке қанағаттану деңгейлерін анықтайтын көрсеткіш жиынтығы. Қызмет көрсетулер сапасы қызмет көрсетуге кіру нүктелерінде анықталады (2.3 сурет.) және қызмет көрсетудің қолайлылық, қол жетімділік, тиімділік (қол жетімділік, үздіксіздік, тұтастық) және қауіпсіздік қасиеттерімен сипатталады. Өз кезегінде, желінің сапасы қызмет көрсету сапасының негізі болып табылады және желінің абоненттер арасындағы байланысты қамтамасыз ететін функцияларды орындау қабілетін анықтайды. Желі жұмысының сапасы желі объектілерінің қозғалысын, ресурстарын және мүмкіндіктерін бақылау қабілетімен, сондай-ақ сенімділік пен сапамен сипатталады.



2.3 Сурет – Қызметті көрсету сапалары бойынша анықтамалық жол

Е.800 ұсынымдарында айқындалған электр байланысы қызметтері сапасының көптеген қасиеттерінің сандық сипаттамалары үшін желінің пайдалану сипаттамаларына (параметрлеріне) негізделген тиісті көрсеткіштер енгізіледі. Бұдан басқа, ұсынымдарға сәйкес, қызметтердің негізгі құрамдастары оның сапасының үш кезеңі болып табылады, олардың сапасы жалпы қызмет көрсету сапаларымен қамтамасыз етіледі:

- ақпаратты (байланыс);
- пайдаланушылар туралы ақпарат беру;
- ақпарат беру сеансын аяқтау (өшіру).

Қызметтің әрбір бөлігі, өз кезегінде, үш негізгі көрсеткішпен сипатталады:

- жылдамдық (қосылу уақыты, пайдаланушы деректерін беру уақыты (тиімді жылдамдық), пайдаланушы ақпаратын уақтылы жеткізу ықтималдығы және қосылысты өшіру уақыты);

- дәлдік (көрсетілген параметрлермен байланыс дәлдігі, пайдаланушылық ақпаратты беру дәлдігі, қосылуды өшіру дәлдігі, қате қосуды ұйымдастыру ықтималдығы, пайдаланушылық ақпаратта қателер ықтималдығы, ажырату ықтималдығы және т. б.);

- кепілдік (деректерді қосу, беру және ажырату, ажырату ықтималдығы, пайдаланушы ақпаратын жоғалту ықтималдығы, ажырату ықтималдығы, қосылу сенімділігі және т.б.).

Әртүрлі мақсаттағы байланыс желілерін (жобаларды) жобалауды оңтайландыру үшін телекоммуникациялық қызметтердің сапасын кешенді бағалау үшін сапа көрсеткіштерінің мынадай иерархиялық жүйесі енгізіледі. Біз қызмет көрсету (байланыс) сапасы уақтылығымен, сенімділігімен, қауіпсіздігімен сипатталады деп есептейміз. Өз кезегінде, байланыс желілерінің сапасы тұрақтылығымен, өткізу қабілеттілігімен, басқарылатын қасиеттерімен сипатталады. Қызметтердің сапасын қамтамасыз етуге және байланыс желісінің сапасын қамтамасыз етуге бағытталған шараларды іске асыру байланыс қызметтерін пайдалануға, сондай-ақ байланыс желілерін салуға және пайдалануға арналған шығындарды айқындайды.



Қызметтің қол жетімділік сипаттамалары пайдаланушының сұрауы бойынша алынуы мүмкін және сұратылған уақыт аралығында үздіксіз қызмет көрсету айтарлықтай нашарлауы мүмкін емес. Қызмет тұрақтылығының сипаттамасы көрсетілген атрибуттары бар сұратылған уақыт аралығы ішінде алынған қызметті пайдалану мүмкіндігін анықтайды. Сервистің пайдалы қасиеттерінің сипаттамасы сервисті қабылдау айтарлықтай нашарлаусыз өткенінің жалпы көрсеткіші болып табылады.

Қызметтің қауіпсіздік мүмкіндіктері Телекоммуникациялық желінің мынадай аспектілеріне байланысты: рұқсатсыз мониторинг, алаяқтық пайдалану, зұлымдық зақым, дұрыс қолданбау, адам қатесі, дүлей апат.

Жоғарыда көрсетілген қызмет сипаттамалары желі сапасына, сондай-ақ оның функционалдығына байланысты.

Көлік қызметтерінің сипаттамалары белгілі бір параметрлері бар көлік құралдарын техникалық жарақтандыру мүмкіндігін айқындайды. Бұл сипаттамалар үш негізгі топқа бөлінеді.

«Ресурстар мен жабдықтар» термині бірінші топта әлі анықталған жоқ. Әрине, таяу болашақта жоспарлау, өнімділікті қамтамасыз ету және әкімшілік өнімділік жоспарлары әзірленетін болады.

Екінші топ сенімділік деп аталады. Бұл ұжымдық термин сипаттамаларына оқыту (денсаулық) ескере отырып, негізгі әсер ететін факторлар. Төрт маңызды сипаттамалары бар:

- дайындық (сенімділік)
- белгілі бір уақыт кезеңі ішінде немесе белгілі бір уақыт кезеңі ішінде кез келген уақытта қажетті [21] функцияларды орындау үшін техникалық құралдардың болуы (қажет болған жағдайда, тиісті сыртқы ресурстар болған жағдайда);
- сенімділік-техникалық құралдардың белгілі бір уақыт кезеңі ішінде белгілі бір жағдайларда қажетті функцияларды орындау қабілеті;
- жөндеу жарамдылығы,
- техникалық құрылғылардың белгіленген тәртіппен және ресурстарды пайдалана отырып орындалатын жағдайда белгілі бір функцияларды орындай алатын жағдайды қалпына келтіруді қолдау үшін белгілі бір жағдайларда пайдалану қабілеті;
- пайдаланушы компанияның белгілі бір техникалық құралдарды іске асыруды қамтамасыз ету үшін қажетті сүйемелдеудің көрсетілген ережелері бар ресурстарды пайдалану қабілеті.

Үшінші топ көлік сипаттамаларын қамтиды. Олар ақаусыз күйдегі байланыс жүйесімен берілетін сигналдың ойнату деңгейі ретінде анықталады. Олар бұл ортаның осы процесті жасанды реттеусіз берілген рұқсаттары бар сигналдарды беруді қамтамасыз ету қабілетін анықтайды.

## 2.4 Негізгі QoS ұғымы

Қызмет көрсету желісінің сипаттамасына қатысты әртүрлі сыни ескертулерді қолдау қызмет көрсету деңгейінде SLA (Service Level Agreement) деп аталатын белгілі бір сапа кепілдігін енгізуді талап етеді. Бұл ортақ желілік ресурстарды бөлісетін желідегі түрлі кепілдік сипаттамаларының талаптары арасында қақтығыс жасайды. Қазіргі заманғы технологиялар контекстінде бұл проблеманы бір жағынан шешу қажет, желіні барынша пайдалануды және желілік ресурстарды барынша пайдалануды қамтамасыз ету, ал екінші жағынан пайдаланушыларға сапалы және арзан қызметтерді ұсыну.

IP-желіні басқару міндеті екі мақсатқа жетуде. Біріншіден, берілетін трафиктің сапасын жақсартуға, яғни кідірістерді азайтуға, шығындарды қысқартуға және трафик ағынының қарқындылығын арттыруға тырысу қажет. Екіншіден, Берілетін трафик көлемін арттыру үшін барлық желілік ресурстарға жүктемені арттыру керек.

Қазіргі уақытта телекоммуникацияларда деректерді беру жылдамдығының ұдайы өсуі кезінде көлік ортасының параметрлеріне өте сезімтал интерактивті трафиктің үлесі өсуде. Сондықтан қызмет көрсету сапасының міндеті (QoS) аса маңызды болып табылады. Қызметтердің қолжетімділігі QoS маңызды элементі болып табылады. QoS сәтті енгізу үшін желілік инфрақұрылымға барынша қолжетімділікті қамтамасыз ету қажет. Талап етілетін қызмет көптеген параметрлермен сипатталады, олардың ең маңыздысын біз атап өтеміз. Желі бойынша тарату сапасы келесі факторлармен анықталады:

- Желі қол жетімділігі - желі кіру және шығу нүктелері арасындағы желі қол жетімділігі қызметтің қол жетімділігі-белгілі бір кіру және шығу нүктелері арасындағы қызмет көрсету деңгейі туралы келісімдегі қызмет (SLA) :

- желінің қолжетімділігі-кіру және шығу нүктелері арасындағы желіге кіру уақытының ауқымы;

- Қызметтің қолжетімділігі (қызмет көрсету деңгейі туралы келісім - SLA), ол көрсетілген параметрлерге сәйкес келетін қызметтің кіру және шығу нүктелерінің арасындағы уақыт аралығын білдіреді;

- Packet Loss-желі арқылы жіберілген пакеттердің жалпы санына дұрыс қабылданған пакеттердің қатынасы. Залал тағайындау пунктіне жеткізілмеген жарамсыз сәлемдемелер пайызымен көрсетіледі. Әдетте жоғалту қол жетімділік функциясы болып табылады. Егер желі жүктелмесе, шығындар (артық жүктелмеген жағдайда) нөлге тең болады. Алайда, тығындарда QoS механизмдері қандай пакеттер түсірілгенін анықтайды;

- Кідіріс-тасымалдаудан кейін межелі пунктке жету уақыты:

- Сериализация кідірісі-белгілі бір өткізу қабілеті үшін құрылғыға өлшеу жиынтығын беру уақыты;

- Таратуды кідірту-қабылдағышқа қол жеткізу үшін арнаға жіберілетін ақпарат бірлігін алу үшін қажетті уақыт (таратқыштың қашықтығы мен ортасына байланысты);

- Кідірту-пакетті алған құрылғы келесі құрылғыны жіберетін уақыт;
- Пакеттік джиттер-желі бойынша әртүрлі пакеттерді тарату кезіндегі кідірістер арасындағы айырмашылық;
- Өткізу қабілеті - оператордың екі нүктесі арасындағы уақыт бірлігі ішінде берілуі мүмкін деректердің жалпы көлемі.

Гетерогенді трафик сыни және сыни емес параметрлермен сипатталатын ақпараттық ағынның пакеттік желілерінде берілуі мүмкін. Аудио және бейне деректерді беру QoS түрлі талаптарын талап етеді. Бейне беріліс, жоғары өткізу қабілеті және тұрақты кідіріс талап етіледі. Суреттің бұрмалануын болдырмау үшін тұрақты деректер ағыны қажет. Үшін интерактивті дыбысты беру талап етіледі аз жолағы қарағанда, бейнені бөлісу үшін, бірақ беру кезінде пакеттердің желі бойынша жүреді дереу кешіктіру, олай болмаған жағдайда жүреді эхо Талап етіледі жоғары өткізу қабілеті файл, бірақ дәйекті задержка деп аталады кешігіп тапсыру.

Мысалы, егер желі бір пакет үшін 100 м / с және келесі пакет үшін 125 м / с болса, кідіріс ауытқуы 25 м / с құрайды.

QoS және мультимедиялық деректерді беру көптеген басқа желілік ағындарға қарағанда ұзақ және тұрақты желілік кідірістерге сезімтал емес.

Қызмет көрсету сапасы аса маңызды қосымшалардың талап етілетін өткізу қабілетіне қарамастан, желіні Магистральдық желі арқылы беруді қамтамасыз ететін ең жоғары басымдықпен трафикті қамтамасыз ететін трафиктің жіктелуі мен басымдықтарын пайдаланады.

Қызмет көрсету сапасы (QoS) телекоммуникация тарихындағы белсенді зерттеулер мен стандарттаудың мәні болды.

Халықаралық Электр байланысы одағы қызмет көрсету сапасының көрсеткіштері үшін талаптар мен стандарттарды әзірлеуді, QoS қажетті сипаттамаларын қамтамасыз ететін желілік тетіктерді стандарттауды және іргелі анықтамаларды қалыптастыруды қоса алғанда, QoS тұжырымдамасының әртүрлі аспектілерін әзірлеуге елеулі үлес қосты. Қызмет көрсету сапасының критеріі қызмет көрсету сапасын ғана емес, нақты жүктемені басқару қабілетін да ескеретін қызмет көрсетудің жоғары сапасының көрсеткіші ретінде ұсынылған.

Бұл QoS қолдау архитектурасы құрылымдық Блок деп аталатын желілік тетіктер жиынтығын анықтайды. Қазіргі уақытта үш логикалық жазықтыққа сәйкес құрылымдық бірліктердің бастапқы жиыны сәйкестендірілді:

- басқару ұшақтары;
- деректер жазықтығы (ақпараттық жазықтығы ) );
- ұшақты басқару.

Ұшақты басқару

QoS басқару жазықтығының механизмдері пайдаланушының трафигімен берілетін маршруттарда жұмыс істейді және өзіне:

- Кіруді бақылау (AC)
- QoS бағыттау
- Резервтеу ресурсы.

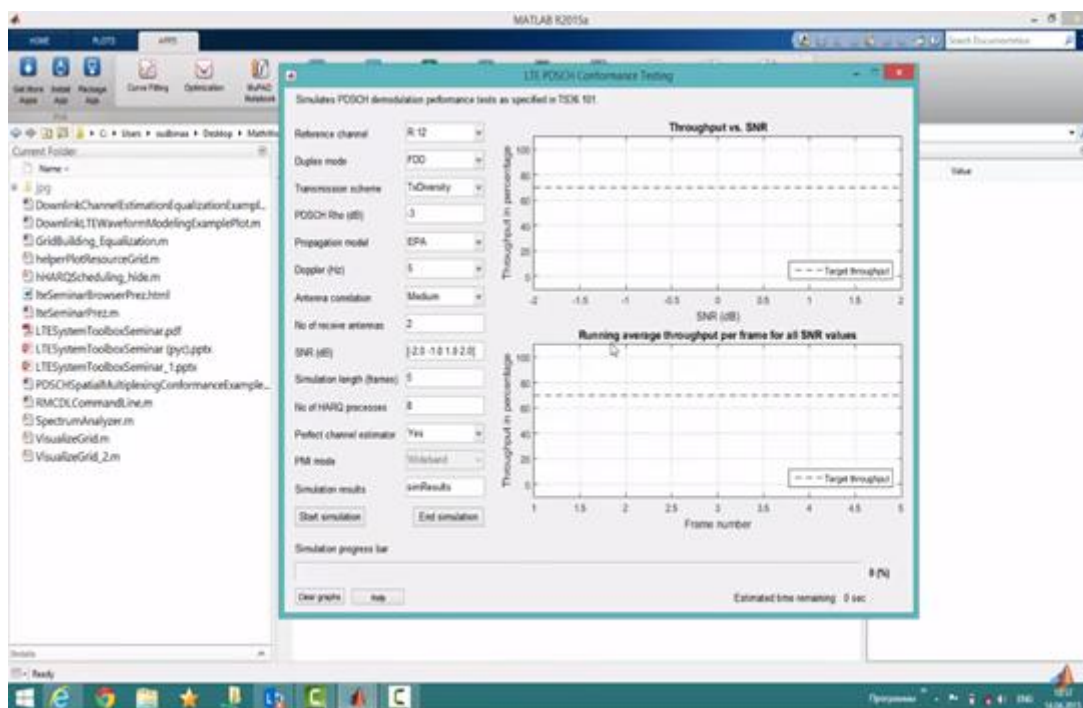
QoS желілік тораптар немесе желі сегменттері (QoS маршрутизациясы) үшін көрсетілуі мүмкін, мұнда "желі сегменті" термині екі немесе одан да көп желілерді қосатын қосылымға, кіру бөлігіне, торапқа немесе бөлімге қатысты болуы мүмкін. Содан кейін біз аталған тетіктердің кейбір қарастырамыз.

## 3 4G ЖЕЛІСІН МОДЕЛДЕУ, ЖАЛПЫ ӨТКІЗУ ҚАБІЛЕТТІЛІГІН ЕСЕПТЕУ ЖОЛЫ

### 3.1 eNodeB және UE арасында радио хабар тарату моделінің нәтижесін талдау

Осы жұмыста MATLAB және Simulink пакетін пайдаланып, LTE желісінің ресурсты блоктары радиосының жұмыстарын тексердік және бағаладық [8]. Бастапқы мәліметтер ретінде қабылданатын: трансляциялы арна - R.12; екі бағыт тарату беру режимі - TDD; берілген кадрдың саны - 8.

RMC беру арнасы таңдағаннан кейін, басқа параметрлер 3GPP спецификацияларына сәйкес бағдарламалық жасақтамалар арқылы реттеледі [28, 32, 34]. R.12 тарату арналары үшін 3GPP спецификациялары ресурстық блоктың санын 6-ға, антеннаның саны 2-ге дейін орнатады және сол сияқты барлық қажетті параметрлер 3.1 - суретте көрсетілген интерфейсінде бейнеленген.



3.1 Сурет – Тарату арнасының баптауы

Содан кейін өткізгіштікке сынақ жүргізіледі. 2.3.3.3. радиоарнаны қабылдау кезінде сигнал / шу 2.3.0.9, 3.3 қатынас бастапқы жағдайында есептеледі. Өткізу қабілетін тексеру үшін бір кадр қолданылады.

Содан кейін сигнал / шу қатынасы үшін алдыңғы қосылым үшін жолақтың ең аз ені анықталды. Сигналды генерациялау кезінде арна шуы бұрын қабылданған сигналға қосылады, содан кейін демодуляцияланады. Зерттеу нәтижесі-әрбір антенна үшін ресурстар торы. Арна жолағының ені әрбір

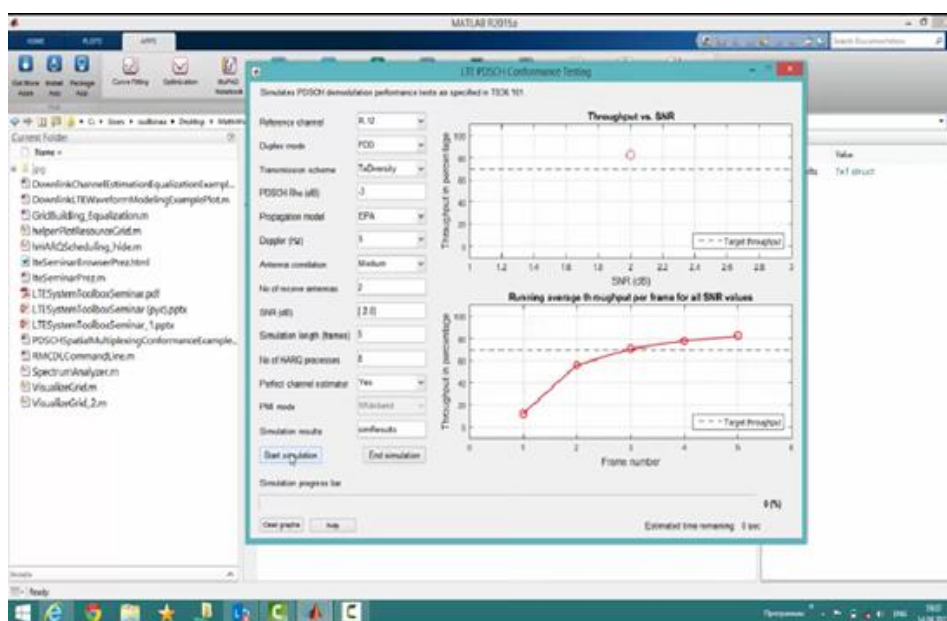
таратушы және таратушы антенналардың жолағының енін анықтау үшін бағаланады.

Бұл кестені белсендіргеннен кейін (3.2 сурет). Арнаның өткізу қабілеті желі фрагментінің жалпы сыйымдылығынан пайызбен көрсетіледі.

Осыдан кейін есептелетін радиоарнаның сыйымдылығы байланыстың бастапқы жағдайында сигнал / шу 2.3.0.9, 3.3 құрауы тиіс. Өткізу қабілетін тексеру үшін бір кадр қолданылады.

Содан кейін сигнал / шу қатынасы үшін алдыңғы қосылым үшін жолақтың ең аз ені анықталды. Сигналды генерациялау кезінде арна шуы бұрын қабылданған сигналға қосылады, содан кейін демодуляцияланады. Зерттеу нәтижесі-әрбір антенна үшін ресурстар торы. Арна жолағының ені әрбір таратушы және таратушы антенналардың жолағының енін анықтау үшін бағаланады.

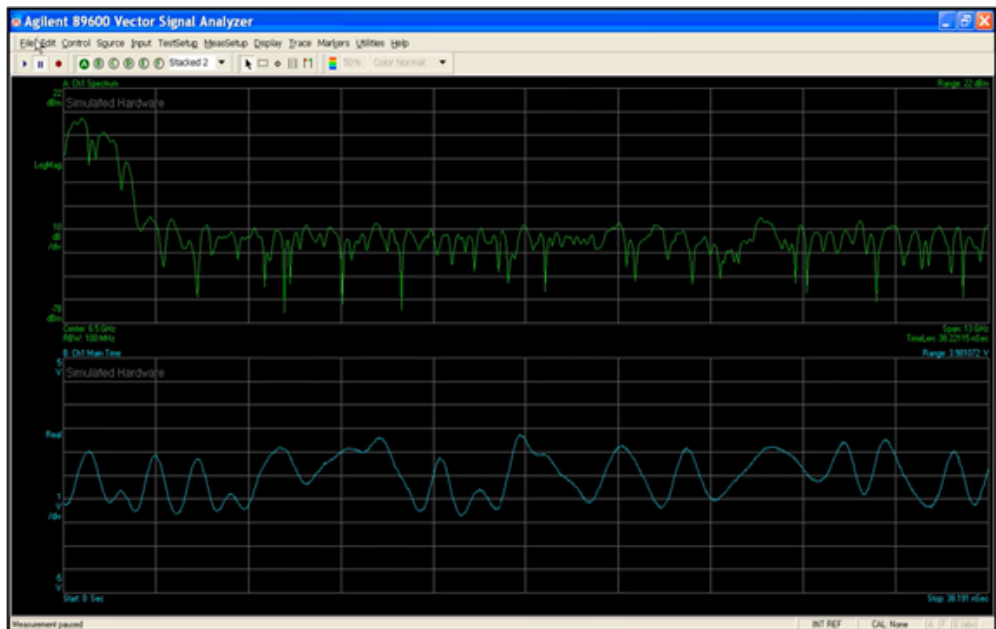
Бұл кестені белсендіргеннен кейін (3.2 сурет). Өткізу қабілеті арна пайызбен жалпы өткізу қабілетін фрагменті желісі және Мбит / с.



3.2 Сурет – Арналардың өту жолағының мүмкіншілік графиктері, пайыз бойынша

Бұл суреттен, арналардың өту жолағының мүмкіншіліктері максималды мүмкіншіліктен сексен пайыз сәйкес екендігін көріп отырмыз.

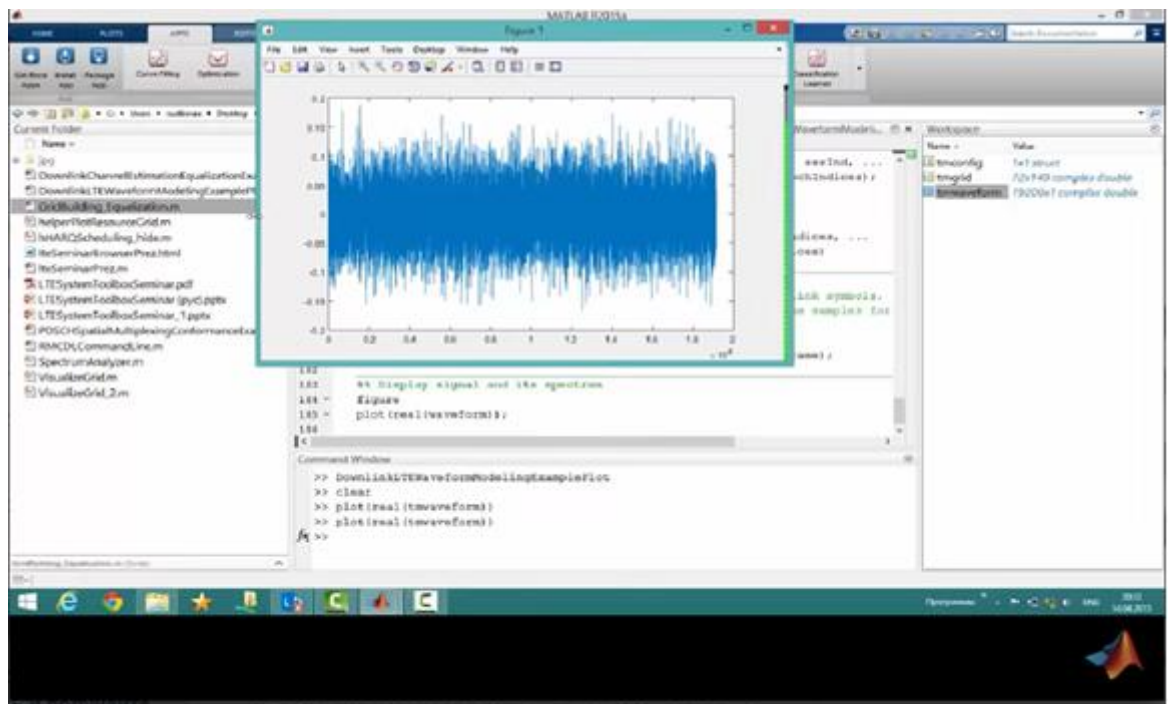
Әрі қарай шығыстық радиосигналын генерацияланған түрлерін алу үшін қосымша программа енгіземіз және нәтижелерін аламыз. Ол үшін төмендегі сценарийлерде көрсетілген дайын деректі орнатамыз. LTE Toolbox системасы арқылы бұл сценарий әр түрлі арналармен толтыруға жиілік қорының торларын жасайды, онда үндестіру тізбегін қосады және модуляциялау мен кодтауды орындайды. Нәтижені экранға шығаруға болады.



3.3 Сурет – Шығыс/кіріс сигналдарының спектрлері

Ең негізгі параметрді көрсетіп, сигналды жасауға және жұмыс кеңістігінде пайдалану үшін түймені басыңыз. Мұнда біз сигналдардың нақты компонентін көре аламыз.

Сондай-ақ, параметрді тиісінше қойғанан соң байланыс арналары арқылы өтетін LTE сигналдарын да көруге болады.



3.4 Сурет – Байланыстың арнасы арқылы өтетін LTE сигналдарының түрі

Коммуникация сценарийін және синхрондауды, демодуляциялауды және эквалайзерді толықтырады, нәтижесі экранға енгізіледі.

### 3.2 Желінің өткізуші қабілетін есептеу. Потенциалды абоненттің санын есептеу

Желінің өткізуші қабілеті немесе сыйымдылықтары белгілі бір жағдайларда ұяшықтың орташа спектралды тиімділіктеріне негізделген.

Мобильді байланыс жүйелерінің спектралды тиімділігі пайдаланылған жиіліктер жолақтары 1 Гц үшін деректер жиілігінің [25] қатынасы (бит/с/Гц) ретінде есептелінген көрсеткіш болып есептеледі. Спектралды тиімділік жиілік ресурстары тиімділігінің көрсеткіші болып көрсетіледі, сонымен бірге берілген жиілік диапазонында ақпарат беруші жылдамдықтарын сипаттайды. 3.1-кестеде ұсынылады, MIMO конфигурациясы үшін 3GPP Release негізінде жиіліктегі дуплексті FDD-ге 20 МГц (10 Up, 10 Down) ені LTE желілерінің орташа спектралды тиімділігі ұсынылады[24,25].

3.1 кесте – LTE желісінің орташа спектралдық тиімділіктері

Сызық	Орташа спектралды тиімділік (бит/с/Гц)	MIMO сұлбасы
1 UL	1,254	1×2
	1,829	1×4
2 DL	2,93	2×2
	3,43	4×2
	4,48	4×4

FDD жүйелері үшін 1 eNB секторының орташа өткізу қабілеттіліктерін арнаның енін спектралдық тиімділікпен тікелей көбейтуші жолымен алуға болады:

$$R = S * W \quad (3.1)$$

мұндағы  $S$  – орташа спектралдық тиімділік (бит/с/Гц);

$W$  – арналардың ені (МГц);  $W = 10$  МГц.

UL линиялары үшін:  $R_{UL} = 10 \cdot 1,829 = 18,29$  (Мбит/с).

DL линиялары үшін:  $R_{DL} = 10 \cdot 4,48 = 44,8$  (Мбит/с).

ReNB базалы станциясының орташа өткізуші қабілеті бір секторлардың өткізу қабілетін базалы станция секторының сандарына көбейту жолымен есептеледі; eNB секторының саны 3-ке тең болады, онда:



$$ReNB = RDL/UL * 3 \quad (3.2)$$

UL линиялары үшін:  $ReNB \cdot UL = 3 \cdot 18,29 = 54,87$  (Мбит/с).

DL линиялары үшін:  $ReNB \cdot DL = 3 \cdot 44,8 = 134,4$  (Мбит/с).

Келер қадам - жоспарланған LTE ұяшықтардың сандарын анықтау. Желілердегі ұяшықтардың санын есептеуге LTE желісін болжауға бөлінген арналардың барлық санын анықтау керек.  $N_a$  арналарының барлық саны 3.3 формуласы бойынша көрсетіледі.

$$N_a = [ \Delta f \Sigma / \Delta f_k ], \quad (3.3)$$

Мұндағы  $\Delta f \Sigma$  - жиіліктің жолағы, желінің жұмысты істеуіне бөлінген 75 МГц тең;

$\Delta f_a$  – бір радио арнаның жиіліктік жолағы; LTE желілерінде радио арна бойынша, концепциялық ені бар РБ ресурстық блоктары ретінде анықталады, ол 210 кГц,  $\Delta f_k = 210$  кГц.

$$N_a = 71000 / 210 \approx 338 \text{ (арна)}.$$

Бұдан әрі, бір ұяшықты бір секторында абонентке қызмет көрсетуге пайдаланылуы тиіс  $N_{k.сек}$  арнасының санын анықтаймыз:

$$N_{k.сек} = N_k / (N_{кл} * M_{сек}), \quad (3.3)$$

мұндағы  $N_a$  – арналардың жалпы саны;  
 $N_{кл}$  – кластер өлшемі, eNB секторларының санын есептей отырып, 3 тең деп аламыз;

$M_{сек}$  – eNB секторларының саны, 3-ке тең.

$$N_{a.сек} = 338 / (3 * 3) \approx 38 \text{ (арна)}.$$

Бір ұяшықтың бір секторында трафикті арналарының санын анықтауымыз керек  $N_{кт.сек}$ . Арнаның трафик саны формулалар бойынша есептеледі:

$$N_{кт.сек} = N_{кт1} * N_{k.сек}, \quad (3.4)$$

мұндағы  $N_{кт1}$  – бір радиоарнадағы трайгіннің саны, радио қатынау стандарты табылады. (OFDMA  $N_{кт1} = 1..3$  үшін); LTE желілері үшін  $N_{кт1} = 2$ .

$$N_{кт.сек} = 2 * 38 \approx 76 \text{ (арна)}.$$

3.11 суретте диаграмма түрінде берілген Эрланг моделіне сәйкес, біз бір ұяшықтың а секторындағы рұқсат етілген жүктемені 1% бұғаттау ықтималдығының рұқсат етілген мәнін және НКТ есептік мәнін жоғары анықтаймыз. секунд Анықтаймыз  $A_{сек} = 50$  Дб.

Бір eNB ұсынатын абоненттер саны мынадай формула бойынша анықталады:

$$N_{аб.еNB} = M_{сек} \cdot \left[ \frac{A_{сек}}{A_1} \right],$$

мұндағы  $A_1$ -бір абоненттерден трафиктің бүкіл түрлері үшін орташа абонентті жүктеме;  $A_1$  мәні болуы мүмкін (0,04 ... 0,2) Earl - дауыстық трафик. Сонымен қатар, бұл желі үшін де, желі үшін де, желі үшін де, желі үшін де, желі үшін де, желі үшін де, желі үшін де, желі үшін де, желі үшін де маңызды. Сондықтан:

$$N_{аб.еNB} = 3 * (64/0,2) \approx 960 \text{ (абонентов).}$$

$N_{аб}$  абоненттінің санын анықтау керек:

$$N_{еNB} = \lceil N_{аб} / N_{аб.еNB} \rceil + 1, \quad (3.5)$$

мұндағы  $N_{аб}$  - «Алатау Гран» бизнес орталықтарында жоспарланған потенциалдық абоненттердің сандары. Потенциалды абоненттері саны орташа шамамен 4000 адам.

$$N_{аб} = (4000 - 960) \approx 4(eNB)$$

Жоспарланған желілернің өткізу жолағын  $R_{N}$  орташа мәні eNB санын eNB орташа өткізу қабілеттері бойынша көбейту жолымен анықтау керек. Формула келесідей болады:

$$R_{N} = (134,4 + 54,87) \cdot 4 \approx 757,08 \text{ (Мбит /с).}$$

Біз жобаланған желінің өткізу қабілеттіліктерінің сынақ бағасын береміз және есептелген есептемемен салыстырдым. ЧНН ішіндегі әр абонент үшін орташа трафикті анықтау керек

:

$$R_{ТЧНН} = (T_t * q) / (N_{ЧНН} * N_d), \quad (3.6)$$

Мұндағы  $T_t$  - абоненттерге бір айдағы орташа трафиктер,  $T_t = 1$  Гбайт/мес;

$q$  – қалалық жерлерге арналған коэффициенттер,  $q = 3$ ;

$N_{ЧНН}$  – бір күндегі ЧНН сандары,  $N_{ЧНН} = 7$ ;

$N_d$  – бір айдағы күндер саны,  $N_d = 30$ .

$$R_{т\ ЧНН} = (1 * 3) / (7 * 30) \approx 0,014 \text{ Гбайт/күн}$$

ЧНН ішінде  $R_{жалп./ЧНН}$  болжанған желілердің жалпы трафиктерін келесі формула бойынша анықтау керекпіз:

$$R_{жалп} / ЧНН = R_{т.ЧНН} \cdot N_{акт.аб}, \quad (3.7)$$

мұнда  $N_{акт.аб}$  – желідегі активтерді абоненттердің сандары.

Біз желілердің белсенді абонентінің санын анықтаймыз, абоненттердің жалпы сандарының 30%, яғни 2800 абонент.

$$R_{жалп.} / ЧНН = 0,014 \cdot 2800 \approx 39,2 \text{ (Мбит/с)}.$$

Сондықтан,  $R_N > R_{жалп.} / ЧНН$ .

Бұл шарттар жобаланған желінің ЧНН ішіндегі шамалардан тыс жүктемелерге ұшыраспайтынын көрсетеді.

«Алатау Гранд» БО барлық базалық станциясының жүктемесін түсірген кезде және салыстырмалы талдауларды жүргізгеннен кейін, қазіргі заманғы транспортты ортасы абоненттердің тәулікті әртүрлі уақытында нақтылық Интернетті қолдана отырады деп айтуға болады.

$V$  қозғалыстарының вариация коэффициенттегі ретінде анықталады

$$V = \frac{STD.DEV}{MEAN} \cdot 100\% = \frac{39,61232}{298,6724} \cdot 100\% = 13,3\%. \quad (3.8)$$

Дисперсияның көрсеткіштегі клесіге тең

$$D = (STD.DEV)^2 = (39,61232)^2 = 1569,1359, \quad (3.9)$$

Трафиктің үрдісін талдау үшін 3.4-суретте көрсетілген және теңдеуде сипатталған үрдіс: ол аптаның ішінде қызмет көрсететін трафиктердің айтарлықтай өзгерулерін көрсетеді.

$$Y, TB = 235,9827 + 2,5076 * x$$

Осы теңдеуге, 50 аптаның ішінде трафиктердің болжамды мәндерін есептей аламыз

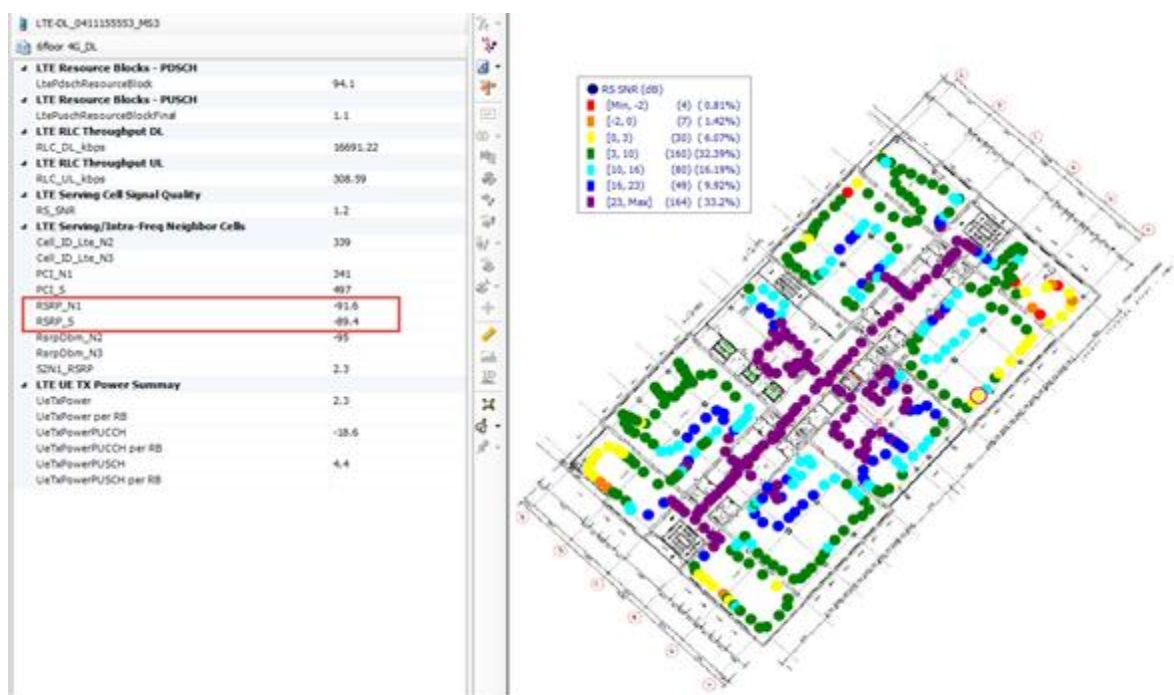
$$Y, TB = 235,9827 + 2,5076 * 50 = 361,3627 \text{ TB}.$$

Осылайша, операторларға алдағы кезеңдерде болжанатын желілік трафиктің өзгеруіне уақтылы ден қою қажет деп болжауға болады.

LTE желісінің жобаланған желісін енгізгеннен кейін бастапқы жоспарлау реттелетін желіні оңтайландыру кезеңінен өтуі тиіс, атап айтқанда: желінің өткізу қабілетін арттыру, радиомодульдердің биіктігін өзгерту, радиомодульдердің сәулелену қуатын азайту немесе ұлғайту.

Біздің желіні шынайы ұсыну үшін базалық станциялармен SNR талдауын көрсететін LTE желісін ұйымдастыру схемасын ұсынамыз.

IBS антенналары тек дәлізде орнатылды. Демек, rsrp сыртқы камераларының офистік бөлмелері IBS ұяшықтарынан RSRP ұқсас. Бұл төменде көрсетілген.



3.5 Сурет – IBS антеннасы тек дәлізде орнатылу

Жоғарғыда алынған өткізу жолағының суретте көрсеткендегідей өте жақсы. UL кезіндегі -95,69 пайыз, ал DL кезіндегі – 93,22 пайыз.

### 3.3 LTE желілерінің сипаттамасына әсерлерін тигізетін трафикті таллау

Қазіргі уақытта аймақтық объектілерді басқарудың қазіргі заманғы тұжырымдамасын іске асыратын ең танымал технология LTE технологиясы болып табылады[1-5].

Бұл жұмыстың мақсаты GSM стандартының қолданыстағы желілерінің негізінде LTE технологиясын енгізу болып табылады, ұтқыр желіні сенімді радиохабарлау, сапалы қызмет көрсету, бос тұрып қалу уақыты төмен және жоғары өткізу қабілеті бар.

Осы мақсатқа жету үшін LTE желісінің фрагментінде біркелкі трафик алу үлгісін қарастырайық. Ол үшін біз пайдаланушы желісінің өткізу қабілетін есептеу үшін үлгі жасаймыз.

Сервис моделі мен трафик моделі негізінде сіз бір пайдаланушы желісінің өткізу қабілетін есептей аласыз. Содан кейін жалпы өткізу қабілеті абоненттердің санын арттыру арқылы алынады.

Сервистің моделі негізінде сеанс (кбит) үшін деректер көлемін есептей аласыз (3.10 формуласы) [2].

Сервис моделі сервистің әр түрлі түрлеріне арналған кейбір баптауларды қамтитын баптауларды сипаттайды.

Қызмет көрсету моделін баптау:- сессия уақыты: әрбір PPP сеанысының ұзақтығы;

- сеансты пайдалану деңгейі: әр PPP сеанысының деректерді беру жылдамдығы;

BLER - блоктық қателіктер жылдамдығы;

- тарату жылдамдығы: қолданылу деңгейі (IP).

3.21-суретте DL-ке сеанстардағы деректердің саны UL-ге қарағанда үлкен екенін көруге болады. Пайдаланушы шығатын сеансқа қарағанда келітін сеансты көбірек алады.

Сонымен қатар пайдаланушы үшін өткізуші жолағына мысал келтірдім.

Алынған нәтижелер арқылы трафик үлгілерін мысал ретінде келесі суретке келтірдім.



3.6 Сурет – Бір пайдаланушыға арналған өткізу қабілеттілігі

3.10 сурет-DL-да қолданылатын Өткізу жолағы UL-ге қарағанда көп. Бұл дегеніміз, ол төмен ағынға қарағанда пайдаланушыға көп қызмет көрсетеді (максималды өткізу қабілеті 40%).

Сол сияқты біз көршілерді жоспарлау сценарийінде қарастырамыз. Бұл сценарий барлық желіде трафик жүктемесімен тығыз байланысты [1-5].

Көршілікті жоспарлау:

- GSM, WCDMA немесе CDMA конфигурациясынан ерекшеленеді. LTE жүйесінде BSC / RNC жоқ.

- eNB ұясы басқа eNB-ның шектес ұясы ретінде теңшелген кезде, біз алдымен BSC / RNC арасындағы шектес ұяшықтар BSC-та теңшелген сценарийге ұқсас сыртқы Ұяларды қосамыз. Яғни, көрші ұяшықтар тиісті мобильді ақпаратты қосқаннан кейін ғана теңшеуге болады.

- ANR және көрші жоспарлау:

- Автоматты түрде көршілік қарым-қатынастарын (ANR) қамтиды және көршілік қарым-қатынасын қолдайды. Сондықтан, ол барлық желіде трафик жүктемесімен тығыз байланысты және тарату процесіне қосымша уақыт кідірісін қосады.

- Бірінші көршілер мен UE саны ұлғайтылғаннан кейін, ANR жоғалған көрші ұяшықтарды анықтау үшін пайдаланылады, ал көрші қатынастар көмекші және басқа сипаттамаларды жақсарту үшін пайдаланылуы мүмкін.

Жоспарлаудың түбегейлі индексі:

- Радиалды индекстерді жоспарлау радионавигацияның кез келген басқа жоспарлауына ұқсас, яғни ұқсас конфигурациялар арасындағы қайта пайдалану қашықтығы мүмкіндігінше үлкен болуы тиіс.

Алайда, радиалды индекс арқылы біз ұяшыққа бір ғана емес, бірнеше тізбекті мәндерді тағайындаймыз. Диапазон ұяшықтың ең көп қатынасу радиусына пропорционалды.

Шын мәнінде, ең төменгі конфигурация бар, онда біз 790 м ұяшықтың ең үлкен радиусын қабылдаймыз, сондықтан біз тек бір ұяшыққа мән береміз.

- Төменде тамыр тізбегін жоспарлау процесінің мысалы:

- Ncs мәні ұяшық радиусымен анықталады. Егер ұяшық радиусы 9,8 км тең болса, онда Ncs мәні 76 тең.

- 839/76 мәні 11-ге дейін дөңгелектенеді, яғни әр индекс 11 кіріспеден тұрады. Бұл жағдайда 64 кіріспедегі тізбекті құру үшін алты түбірлік тізбектен индекс қажет.

- Тамыр тізбегінің қолданыстағы индекстерінің саны 139 (0, 6, 12) құрайды ... 828).

- Түбірлік индекстер ұяшықтарға беріледі.

- Ережелерді беру компьютерге ұқсас.

Біз Ncs мәні үшін ұяшықтың ең үлкен радиусын есептейміз. Осы Ncs үшін ұяшықтың ең үлкен радиусы 3.11 формула бойынша есептеледі:

$$N_{CS} \cdot \frac{T_{SEQ}}{N_{ZC}} \geq T_{GT} + \tau_{DS} \Rightarrow r \leq \left( (N_{CS} - n_g) \frac{T_{SEQ}}{N_{ZC}} - \tau_{DS} \right) \cdot \frac{c}{2} \quad (3.11)$$

мұндағы: Ncs циклді ығысушының өлшемі;

$T_{SEQ} - 800 \mu s;$

$N_{ZC} - 839;$

$\tau_{DS}$ -барынша кешіктірушімен таратылуы;

$n_g$  - қосымшалар қорғаныс үлгісі.

Келтірілетін  $N_{cs}$  мәніне арналған максималдық жасуша радиусын мысалын пайдаланып, 3.23-суретін сызайық.

Қорытынды:

$N_{cs}$  формулалар бойынша келесі нәтижелерді аламыз:

- Мысалы: кіріспе пішімі-0, ұяшық радиусы-4,5 км және жоғары жылдамдық жалауы = өтірік.

- Ұяшық радиусы = 4,5 км-46 үшін  $N_{cs}$  ең жақын нүктесі.

- Демек, бір тамыр тізбегінен деңгей құруға болады  $(839/46) = 18$  кіріспе еркін қол жеткізу үшін;

- Ұяшық 64 түрлі кіріспе алу үшін  $(64/18) = 4$  түбірлік жолды сақтау керек.

- соңғы теңдеу. ұяшықтағы түбірлік жолдар саны = жабу  $(64 / \text{деңгей} (839 / N_{cs}))$ .

- Осылайша, біз желіде бірегей конфигурацияны аламыз  $(838/4) = 209$ .

## ҚОРЫТЫНДЫ

Жұмыстың негізгі нәтижелері:

1. Заманауи мобильді желілерді талдау. Ол ресурстарды тарату тиімділігін арттыру үшін трафик қасиеттерін пайдалану тиімділігін көрсетті. Зерттеу арна ресурстарын бағалау әдістерін енгізудің ыңғайсыздығын көрсетеді. Мұндай әдістер төртінші буынның мобильді желілерін енгізу және пайдалану кезінде туындайтын инженерлік міндеттерді ғылыми негіздеу үшін қажет.

2. Трафикті ұйымдастырудың бірыңғай моделін құру кезінде нақты уақытта қызмет көрсету сапасының негізгі көрсеткіштері анықталады. Олардың ішінде: қолжетімділікке рұқсат бермеген сұраныстар үлесі, әрбір трафик үшін жеке ақпарат түрі және жалпы қолжетімді ақпараттық ресурс, деректер файлы жеткізудің орташа уақыты, деректерді бір файлға беру үшін мобильді ресурстарды орташа пайдалану және т. б.

3. Фрагменттелген желілік ресурстарға жүктемені арттыру мақсатында қосымшалардың бірлескен қызметі индикаторларының сандық сипаттамалары зерттелді, олар нақты уақытта трафикті бірлесіп берудің тиімділігін және деректерді икемді берудің тиімділігін көрсетті. Кіріктірілген модель әртүрлі трафик түрлерін бірлесіп пайдаланудың артықшылықтарын сандық бағалауға мүмкіндік береді.

4. Сондай-ақ, ол желі фрагментінің өткізу жолағын, сондай-ақ осы сапа көрсеткіштерімен берілуі мүмкін жол Берілетін трафик көлемін жоспарлау мәселесін қарастырады. Желі фрагментінің ресурсын пайдалану тиімділігін арттыру мақсатында деректерді беру жылдамдығының шектері арасындағы өзара байланысты анықтау проблемасын шешу жоспарланып отыр.



## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Гольдштейн, Б.С. Сети связи: учебник для ВУЗов / Б.С. Гольдштейн, Н.А. Соколов, Г.Г. Яновский. - СПб.: БХВ-Петербург, 2010. - 400с., ил. 120
- 2 Шнепс-Шнеппе, М.А. Система сигнализации SS7 и ее уязвимости //International Journal of Open Information Technologies. - 2015. - vol. 3, no. 5. –С.1-13. - ISSN: 2307-8162
- 3 Закиров, З.Г. Надеев А.Ф., Файзулин Р.Р. Сотовая связь стандарта GSM / З.Г.Закиров, А.Ф. Надеев, Р.Р. Файзулин. – М.: Эко-Трендз, 2004. -264с.
- 4 Ратынский М.В. Основы сотовой связи / Под ред. Д. Б. Зимина – М.: Радио и связь, 1998. – 248 с.
- 5 Кааранен, Х. Сети UMTS. Архитектура, мобильность, сервисы / Х. Кааранен, А. Ахтиайнен [и др.]. – М.: Техносфера, 2007. – 464 с.
- 6 Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Г.Олифер, Н.А. Олифер. - 5-е изд. – СПб.: Питер, 2016. – 992 с.
- 7 Громаков, Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. – М.: Эко-Трендз, 1997. – 240 с.
- 8 Иглин С.П. Теория вероятностей и математическая статистика на базеMATLAB. Издательство НТУ "ХПИ", 2006, Харьков, Украина, 612 с.
- 9 Невдяев, Л.М. Мобильная связь 3-го поколения // Серия изданий «Связь и бизнес». – М.: ООО «Мобильные коммуникации», 2000. – 208 с.
- 10 Быховский, М.А. Принципы, алгоритм и методика частотно-территориального планирования региональных сетей транкинговой радиотелефонной связи вдиапазоне 800 МГц / М.А. Быховский, С.Н. Дудукин, Н.В. Смирнов, В.О.Тихвинский// Мобильные телесистемы. – 1998. - №5. - С.33-40.
- 11 Варакин, Л.Е. Теория систем сигналов. – М.: Сов. Радио, 1978. - 304 с.
- 12 Росляков, А.В. ОКС №7: архитектура, протоколы, применение. – М.: Эко-Трендз, 2008. – 320 с.
- 13 Бакланов, И.Г. NGN: принципы построения и организации / под ред. Ю.Н.Чернышова. – М.: Эко-Трендз, 2008. – 400 с.
- 14 Вишневский, В.М. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. / В.М. Вишневский, А.И. Ляхов, С.Л. Портной, И.В. Шахнович. - М.: Техносфера, 2005. – 592 с.
- 15 IEEE 802.11 Standard Group Web Site. (название спецификаций, год).Available from: <http://www.ieee802.org/11/>.
- 16 IEEE 802.16 Standard Group Web Site. (название спецификаций, год).Available from:<http://www.ieee802.org/16/>.
- 17 Шварц, М. Сети связи: протоколы, моделирование и анализ: [В 2 ч.] Ч.II / М.Шварц; пер. с англ. В. И. Неймана. – М.: Наука, 1992. - 272 с. 13. Варакин, Л.Е. Теория систем сигналов. – М.: Сов. Радио, 1978. - 304 с.
- 18 Антонова, В.М. Анализ модели разделения ресурсов в соте сети LTE / В.М.