ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Инфокоммуникациялық технологиялар **кафедрасы**

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
т.ғ.к., доцент Чежимбаева К.С.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ «____» _____20___ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Мультисервистік желілер үшін трафик модельдерін талдау

5В071900–Радиотехника,электроника және телекоммуникациялар **мамандығы бойынша**

Орындаған Ешмуханбетова Анар СПкк-12-01
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші т.ғ.к. профессор Лещинская Э.М
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы, қолы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:
э.ғ.к. профессор Базылов Казыбек Базылович
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «24» 05 2016 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
б.ғ.к. аға оқытушы Мустафин Байрат Габбасович
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «24» мамыр 2016 ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша:
аға оқытушы Абиров Д.А
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «06» 06 2016 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы: аға оқытушы Абиров Д.А
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «06» 06 2016 ж.
(қолы)

Пікір жазушы: т.ғ.к. Каналова Н.А
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «30» мамыр 2016 ж.
(қолы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Радиотехника және байланыс факультеті
Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы
Инфокоммуникациялық технологиялар кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Ермухамедова Анар Ахмедовна
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Мультисервистік желілер үшін трафик моделдерін талдау

ректордың «19» қаңтар 2015 № 148 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «_____»_____20___ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері):

$\alpha = 20; 17; 14; 11$
$T_{кір} = 4896,0$ Б/с $T_{кір} = 3184,0$ Б/с $T_{кір} = 2237,0$ Б/с
$T_{шығ} = 20,8$ кБ/с $T_{шығ} = 9760$ Б/с $T_{шығ} = 4248,0$ Б/с
$T_{кір} = 4552$ Б/с $T_{кір} = 2952$ Б/с $T_{кір} = 2367$ Б/с
$T_{шығ} = 18,2$ кБ/с $T_{шығ} = 8872$ Б/с $T_{шығ} = 2753$ Б/с

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

1. Мультисервистік желілердегі трафик бұрылыма және классификациясы
2. Мультисервистік желілердегі трафиктің математикалық моделдері
3. Өз және ұқсас трафиктер
4. Өз өзіне ұқсас трафикті модельдеу мәселелері
5. Нақты трафиктің статистикалық сипаттамалары
6. R/S статистика әдісі бойынша Хёрст параметрін анықтау
7. Трафикті GPSS World ортасында модельдеу
8. Ақпараттық қауіпсіздік
9. Экономикалық бөлім

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі:

Әртүрлі өлшемдер үшін Пуассон үлестіруі
Ассиметрияны тұрғызатын схема
1 тәулік ішіндегі желі трафигі: ағынтас трафик; Өкіріс трафигі
7 тәулік ішіндегі желі трафигі: ағынтас трафигі; Өкіріс трафигі
30 тәулік ішіндегі желі трафигі: ағынтас трафигі; Өкіріс трафигі
Таңдаған өтпелі желінің қарапайым схемасы
Кезекте күту ұстаналмасы
Бітірілген ұстаны
Бағдарлама нәтижесі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1 Шелухин И.О, Тенякшев А.М, Осин А.В Фрактальные процессы в телекоммуникациях. М.: Радиотехника, 2003.
2 Исследования свойства самоподобного трафика мультисервисной сети. http://www.vestnik.vsu.ru
3 Базылов К.Б, Алиаева С.А Бітіруші үшін жоспарлау, жүйелеу нұсқау
4 Конышев С.В Оқу жүйелеуіне және оқу жұмыстарының жүргізуіне, жазылуына және ұйымдастыруына қойылатын талап тілектер

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
экономика	Базылов К.Б	25.4 - 24.05.16	
ақпараттандыру қауіпсіздігі	Мустафина Қ.Г.	25.4 - 24.05.2016	
Негізгі бөлім	Лещинская Э.М.	25.04.16 - 25.05.16	
Сәулет	Мырзаев Ж.А.	06.06.16 ж	
мәлімдеме бақылау	Мусаев Ж.А.	06.06.16 ж	

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Лицензиялық жағдайлары трафик құрылымы және классификациясы	11.01.2016	орындалды
2	Лицензиялық жағдайлары трафиктің математикалық моделдері	22.01.2016	орындалды
3	Өз өзіне ұқсас трафиктер	28.01.2016	орындалды
4	Өз өзіне ұқсас трафикті модельдеу тәсілдері	08.02.2016	орындалды
5	Нақты трафиктің статистикалық сипаттамалары	19.02.2016	орындалды
6	Нақты трафикті жалпамалы бағалау	02.03.2016	орындалды
7	Лицензиялық трафиктің параметрлерін есептеу	14.03.2016	орындалды
8	Жіберілген өткізгіш жолын сипаттау	25.03.2016	орындалды
9	Лицензиялық кезеңнің құрылымы	07.04.2016	орындалды
10	Трафикті GPSS World-та модельдеу	20.04.2016	орындалды
11	RIS статистика әдісі бойынша тарт параметрін анықтау	13.05.2016	орындалды
12	Өміртіршілік қауіпсіздігі	24.05.2016	орындалды
13	Экономикалық бөлім	24.05.2016	орындалды
14	Қорытынды	25.05.2016	орындалды

Тапсырманың берілген уақыты «10» желтоқсан 2015 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ т.ғ.к., доцент Чежимбаева К.С.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ т.ғ.к. профессор Лещинская Т.М
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Ермуханбетова Анар
(қолы) (аты -жөні)

Аннотация

В этом дипломном проекте рассмотрен анализ методов моделирования трафика для мультисервисной сети. Представлены классификация трафика, самоподобие сетевого трафика, а также основные положения фрактальных процессов.

Представлены такие методы моделирования сетевого трафика как распределение Пуассона, Парето, Вейбулаа, логнормальное распределение, а также модели ON-OFF. Приведен анализ имитационной модели сетевого трафика в среде GPSS World, с применением экспоненциаотного распределения, а также распределения Парето. Кроме того, рассмотрены вопросы безопастности жизнедеятельности, описано условие труда выполнены расчеты освещения, приведены меры пожарной безопастности. Выполнены расчеты конечной стоимости программного обеспечения в экономической части дипломного проекта.

Abstract

In this diploma project examined analysis of methods of design of traffic for a multiservice network. Presented classification of traffic, self-similarity of network traffic, and also substantive provisions of fractal processes.

Such methods of design of network traffic as distribution of Poisson, Pareto, Weibull, lognormal distribution, and also models of ON – OFF are presented. The analysis of simulation model of network traffic is accomplished in the environment of GPSS World, using exponential distribution, and also distributions of Pareto. In addition, consider health and safety issues, is working condition, made lighting calculations and given fire safety measures. The calculations of eventual cost of software are executed in economic part of diploma project.

Аңдатпа

Бұл дипломдық жобада мультисервистік желілер трафигін модельдеу әдістерін талдау қарастырылған. Мультисервистік желілердің трафик классификациясы, трафиктің өз өзіне ұқсастық қасиеті, фракталды процесстердің негізгі қағидалары қарастырылған. Мультисервистік желі трафигін модельдеудің Пуассон, Парето, Вейбулл, логнормалды үлестіру сияқты әдістері көрсетілген. GPSS World ортасында мультисервистік желі трафигінің моделі құрылған және трафиктің маңызды көрсеткіші болып табылатын Херст параметрі есептелген. Сонымен қоса, өміртіршілік қауіпсіздігі қарастырылған. Оның ішінде, жасанды жарақтандыру, бөлмені желдету және өрт қауіпсіздігі шаралары қарастырылған. Дипломдық жобаның экономикалық бөлімінде бағдарламалық қамтамасыз етудің бағасы есептелген.

Мазмұны

Кіріспе 7
1 Мультисервистік желілердегі трафик 8
1.1 Телекоммуникациялық трафиктерді салыстырмалы түрде талдау 8
1.2 Трафик құрылымы 10
1.3 Трафикті жіктеу 11
1.4 Трафик атрибуттері 15
1.5 Телетрафиктің өз өзіне ұқсас болуы 17
2 Мультисервистік желілердегі трафиктің математикалық модельдері 18
2.1 Пуассондық ағын 18
2.2 Мультисервистік желілердің фракталды (өз өзіне ұқсас) трафигі 21
2.3 Өз өзіне ұқсас трафиктер 23
2.4 Өз өзіне ұқсас трафиктер үшін статистикалық өлшемдер 28
2.5 Херст көрсеткіші 29
2.6 Баяу және тез өшетін тәуелділіктер 31
2.7 Телетрафик өз өзіне ұқсас процесс ретінде 33
2.8 Өз өзіне ұқсас трафиктің модельдеу тәсілдері 35
2.9 Имитациялық модельдеу құралдарына шолу 36
3 Нақты трафикті зерттеу және оны GPSS World ортасында модельдеу 40
3.1 Нақты трафиктің статистикалық сипаттамалары 40
3.2 Нақты трафикті жалпылама бағалау 41
3.3 Мультимедиялық трафиктің параметрлерін есептеу 43
3.4 Зерттеліп отырған желіні сипаттау 49
3.5 R/S статистика әдісі бойынша Херст параметрін анықтау 50
3.6 Имитациялық кешеннің құрылымы 52
3.7 Трафикті GPSS World ортасында модельдеу 54
4 Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі 65
4.1 Еңбек шартын талдау 65
4.2 Бөлменің жасанды жарықтандыру жүйесін есептеу 66
4.3 Желдеткіш таңдау 69
4.4 Өрт қауіпсіздігін талдау 72
5 Экономикалық бөлім 74
5.1 Жобаның мақсаты 74
5.2 Өнім 75
5.3 Қызметкерлердің жалақысына кететін шығынды есептеу 75
5.4 Бағдарламалық өнімді өңдеудің еңбек сыйымдылығын есептеу 77
5.5 Машиналық сағат бағасын есептеу 80
5.6 Бағдарламалық өнімнің жалпы құнын есепеу 81
Қорытынды 83
Әдебиеттер тізімі 84
А қосымшасы Плагиат туралы анықтама
Б қосымшасы ДЖ электронды нұсқасы және көрсетуге арналған бейнематериалдар (CD-R)
В қосымшасы Үлестірмелік материалдар (А4 пішімі – 15 бет)

Кіріспе

Мәліметтерді тарату трафигі байланыс желісінде негізгі құраушы болып табылады. Артып отарытан ағын трафигін қызмет көрсету сапасымен қамтамасыз ету үшін үнемі пайдаланушылар мен желілік жүйелердің талаптарына соқтығысып отыратын талдау модельдері және желі мониторингі қажет. Трафикті талдау желінің талаптарын және мүмкіндктерін түсіну үшін маңызды құраушылардың бірі болып табылады. Соңғы жылдары трафик сипаттамасын толығымен көрсетпейтін трафик модельдерінің саны артып келеді. Соған қарамастан, желілердің барлық түрінің трафик сипаттамаларын тиімді түрде қамтитын трафиктің ешбір моделі жоқ. Сондықтан да модель ерекшеліктерін түсіну және сайып келгенде бізді қызықтырып отырған ортада трафик моделінің ең тиімдісін анықтау маңызды және пайдалы жұмысқа айналды. Бұл жұмыста модельдің және трафиктің негізгі сипаттамалары айқын көрсетліген желілік трафиктің жиі қолданылатын модельдері келтірілген.

Дипломдық жобаның мақсаты - Нақты уақыт трафигінің өзіндік қасиетін зерттеу, нақты трафикті GPSS World ортасында үлгілеу.

Алға қойған мақсатқа жету үшін мына пункттерді орындау қажет:

- нақты трафикті мысалға ала отырып, трафикке тәжрибелік зерттеулер жүргізу;
- үлгілер құру және трафикті сипаттау үшін оның өзіндік қасиетін ескере отырып үлгілерді салыстыру.

Талдау бағдарламалық қамтамасыз етумен айналысатын және сол үшін мәліметтер базасын корпоративті желінің ішінде де, сыртында да қолданатын «Х» компаниясындағы корпоративті желіде жүргізілді. Мәліметтерді таратудың макисмалды жылдамдығы 10 Мбит/с тең. Қолжетімді қызмет көрсетулердің ішінен көп уақыт бөлігінде максималды жүктемеде жұмыс жасайтын бір сервер таңдалынып алынды. Желідегі бұл сервердің негізгі функциясы: WEB-сервер, мәліметтер базасы сервері,файлдық сервер және басып шығару сервері болып табылады.

Ірі корпоративті мультисервистік желі трафигінде жүргізілген статистикалық талдау нақты уақыттағы трафик өз өзіне ұқсастық қасиетке ие екенін, сонымен қатар телекоммуникациялық желі тиімдлігін бағалау кезінде ескеретін жағдай ұзақ уақытты тәуелді екенін көрсетті.

Дипломдық жұмыс кезінде алынған мәліметтер мультисервистік желілерде қолданылуы мүмкін. Жасалған үлгі телекоммуникация облысында жас мамандар да, сонымен қатар ғылыми мақсаттарда қолданыла алады.

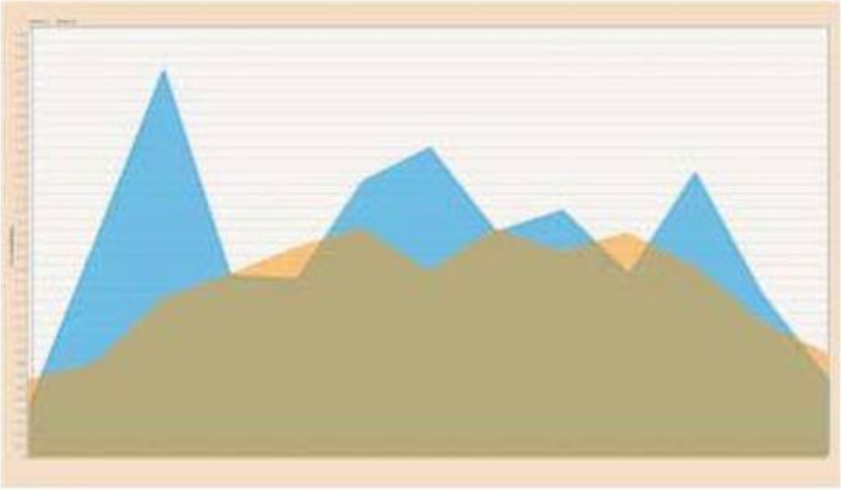
1 Мультисервистік желілердегі трафик

1.1 Телекоммуникациялық трафиктердің салыстырмалы түрде талдау

Нақты телекоммуникациялық желілерде өткізілген трафикті өлшемдердің заманауи зерттеулері желілік трафиктің құрылымы бойынша өз өзіне ұқсас немесе фракталды болатынын дәлелдеді, яғни уақыттық масштабтың кең ауқымында пульстанған. Өз өзіне ұқсас процесстер желілік сипаттамаларға біршама әсер ететіндіктен, трафиктің өз өзіне ұқсас қасиетінің пайда болуын және әсерін түсіну маңызды мәселе болып табылады.

Өз өзіне ұқсас қасиет көптеген жеке ON/OFF – көздерінің бірігуі нәтижесінде пайда болуы мүмкін (яғни ON– және OFF – периодтары ауыр қалдықты үлеструлерге және шексіз дисперсияларған (мысалы, олар Парето үлестіруіне бағынады) ие). Басқаша айтқанда, трафикті бір қабылдаушыдан екінші қабылдаушыға тарату процессінде ON-периодтар (дестелер тобын хостпен тарату периоды) және OFF-периодтары (хосттың жауап күту периоды немесе VoIP үшін кідірістерді жою периоды) пайда болады. Ал шексіз дисперсия синдромынан көрінетін көптеген ON/OFF-көздерінің қабаттасуы фракталды броундық қозғалысқа ұмтылатын біріккен өз өзіне ұқсас желілік трафикке алып келеді.

Мәліметтерді тарату трафигі. Мультисервистік желілерде мәліметтерді тарату трафигі транспорттық желіде TCP және UDP (қолданатын тарату протоколына байланысты), қолданбалы деңгейде Web, TELNET, FTP немесе e-mail (бағдарламаға байланысты) бөлінеді. Сонымен қоса, трафиктің әрбір бөлігі әр түрлі байланысулардың көптеген мультиплексирленген ағындарынан тұрады. Бір пайдаланушы бір немесе бірнеше ағындарды бір уақытта пайдалана алады (мысалы, бір сессияда ақпаратты алуды тездету мақсатында паралельді байланысулар немесе бір браузердің бірнеше сессия қосуы) [1].



1.1 сурет –Видеоконференция трафигі құрылымы

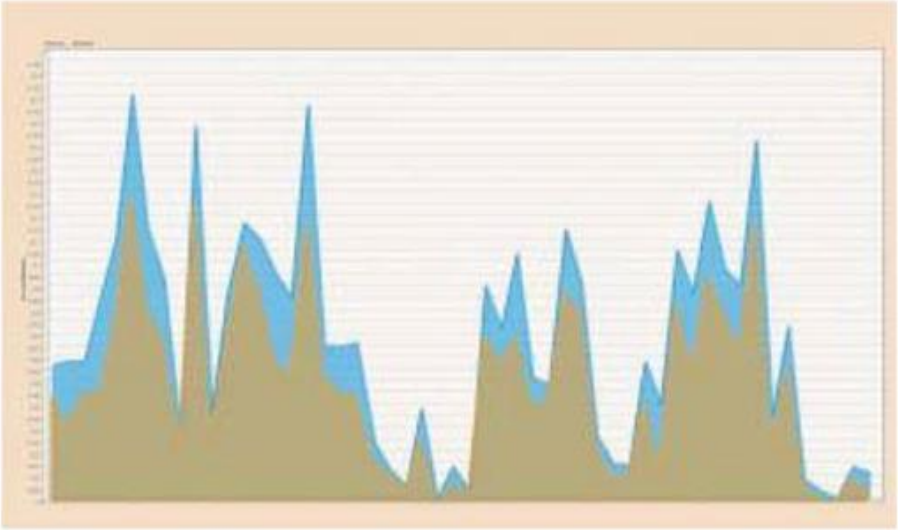
ON және OFF периодтары алмасып келетін трафиктің көптеген ON/OFF – көздерінің бірігуі өз өзіне ұқсас қасиетке ие жиынтық трафик құрады. Мәліметтерді таратудің жиынтық трафигі ON периоды кезінде сұралған файлды таратытын, ал OFF периоды таратулар арасындағы аралыққа сәйкес келетін ON/OFF – көздерінің суперпозициясы ретінде қарастыруға болады. Трафик сипаттамасы, сонымен қатар, бөлу, біріктіру, кезектер құру, басқаруды ұйымдастыру және қалыптастыру сияқты желі операцияларына тұрақты болып келеді. Өз өзіне ұқсастық біртекті және әртектес , яғни трафик көзі тәуелсіз біріктіру кезінде сақталады.

Дауыстық қызмет көрсету трафигі. Жеке дауыстық көзден түрленетін трафик сипаттамасы қолданылатын дауыстық кодерден (кодек) қатты тәуелді. Дауыстық кодердің негізгі атқаратын қызметі – сигналды аналогты – сандық түрлендіруді жүзеге асыру, сонымен қатар оның одан әрі қарай сандық сығылуы. Дауыстық кодерлердің және олар түрлендрітен ағындардың екі классы бар. Бірінші классқа қарқындылығы тұрақты (мысалы, G.711 формасындағы кодектер) трафик ағындары жатады. Келесі классқа бірінен кейін бірі келетін белсенді (ON) және белсенді емес (OFF) периодтарды түрлендіретін және кідірістерді басуды қолданатын кодектер шығысында алынған дауыстық трафиктер ағыны жатады. Көбінесе Интернет – телефонияда басқаларына қарағанда гибридті кодектер қолданылады (мысалы, GSM 6.10, G.723.1, G.729A). Мұндай кодектер тұрақты биттік жылдамдықпен аудиокадрларды түрлендіреді. Кідірістерді басу схемасы қолданылған жағдайда кодектер екі режимде жұмыс жасай алады: нөлдік биттік қарқындылықты кідіріс режимі немесе кодектің бірнеше түрі үшін биттік қарқындлығы төмен және сығылған сандық ағын жылдамдығымен белсенді режим. Режим түріне қарамастан кадрдың ұзақтығы және өлшемі тұрақты болып қалады.

Ақпарат байланысу деңгейінде дауыстық трафиктің толық талдауын жасауға мүмкіндік береді.

Видеотрафик. Видео – бұл кадр деп аталатын кеңістіктің қозғалмайтын үзіліссіз тізбек. Видеокөздер жолының ерекше болуының бірнеше физикалық себептері бар. Әрбір қозғалыссыз көрініс сандық түрде кодтайтын алгоритм ретінде ұсынылуы және содан кейін өткізу жолағын кішірейту үшін сығылуы мүмкін. Әдетте өткізу жолағын кішірейтудің мына әдісі қолданылады: алдымен бастапқы толық кадр жіберіледі, содан кейін толық кадрдан келесі кадрлардың айырмашылықтары ғана жіберіледі. Қатар тұрған кадарлардың бір бірінен айырмашылығы аз (қозғалыс үзіліссіз) болғандықтан, қатар тұрған кадрлар корреляциясына алып келеді. Тарату қателігінен периодты түрде толық кадрды жіберу арқылы қорғануға болады. Сонымен қоса, оқиғаның өзгеруі кезінде өткен кадрлардан тәуелділік жоғалады. Бұл жағдайда кадр

өлшемінде статистикалық корреляцияны да аяқтайтын функционалдық корреляция бітеді. Болған өзгерістер жаңа кадрдың толық жіберілуін талап ететіндіктен, оқиғаның ұзақтығы жолдың сипаттамасына әсерін тигізеді. Осы және басқа да себептерге байланысты видеотрафик мәліметтер және дауыстық трафиктен ерекшеленеді. Соның салдырынан, видео трафик үшін алынған модельдер және қорытындылар трафиктің басқа түрі үшін қолданылмайды.



1.2 сурет – Дауысты тарату трафигі құрылымының

1.2 Трафик құрылымы

Мультисервистік желілердегі трафик құрылымын қарастыратын болсақ, трафиктің негізгі үш түрін бөліп көрсетуге болады.

Мультисервис желілер трафигін үш негізгі ағын типі ретінде көрсетуге болады. Бірінші түрі – икемді трафик (data), яғни желі бөлігінің өткізу қабілетінен тәуелсіз. Алайда, икемді трафик жоғалтуларға сезімтал болады да, кідірістерге (қосымшаға байланысты бірнеше минуттарға дейін) сезімтал емес. Транспорттық протокол ретінде TCP қолданылады. e-mail, файлдарды жіберу, web-қосымшалар және т.б. қызмет көрсетулердің трафиктері мысал бола алады.

Екінші түрі – ағындық трафик (stream). Интернет, аудио және видео тарату кезінде қажет болған жағдайда ағындық трафикті алуға болады. Айырмашылығы – біршама үлкен кідірістер мен жоғалтуларды өткізуі. Әдетте кірісте буферге қосымша кідіріс енгізу арқылы кідірістердің әркелкілігін түзететін буфер қолданылады. Трафиктің бұл түрін тарату үшін транспорттық протоколдар ретін UDP, сонымен қатар TCP протоколдары да қолданылуы мүмкін.

Үшінші түрі – нақты уақыт трафигі (real time). Кідірістерге жоғары, ал жоғалтуларға салыстырмалы түрде аз сезімталдығымен сипатталады. Бұл IP-телефония және видеоконференцбайланыс трафигі, видеобақылау жүйесінен

таратылатын трафик болуы мүмкін. Қызмет көрсетудің классына байланысты жоғалту мен кідірістердің нақты мәні келісіледі.

Транзакиця трафигі әр түрлі объекттер және процесстерді (соның ішінде on-line ойындар) басқару сигналы болып табылады. Трафиктің мұндай түрі кідірістерге жоғары талаптар қояды, яғни кідірістерге өте жоғары сезімтал трафиктің түріне жатады. Кідірістерге жоғары сезімталдығымен және айнымалы биттік жылдамдықпен сипатталады, яғни бұл трафикті болжау қиынға соғады [2].

Дауыс немесе видео арқылы туындаған нақты уақыт трафигі жоғалтуларға жоғары тұрақтылығмен ерекшеленеді (яғни кідірістерге сезімталдығы төмен қосымшалар түріне жатады), изохронды болып табылады. Бұл оның кідірістер сезімталдығының шегі бар екенін білдіреді. Осы шектен асып кеткен жағдаайда қосымшаның жұмыс істеуі күрт төмендейді.

Осылайша мультисервистік желілерде осы трафик түрлерінің әр түрлі комбинацияларын кездестіруге болады. Қосымшалардың және соған байланысты қызмет көрсету сапасына қойылатын талаптың әр түрлі болуына байланысты трафиктің әр түрі және оның қызмет көрсету жүйесі үлестірудің әр түрлі заңдарымен сипатталады. Мультисервистік желі трафигін желілік деңгейде осылардың жиынтығы ретінде қарастыруға болады.

1.3 Трафикті жіктеу

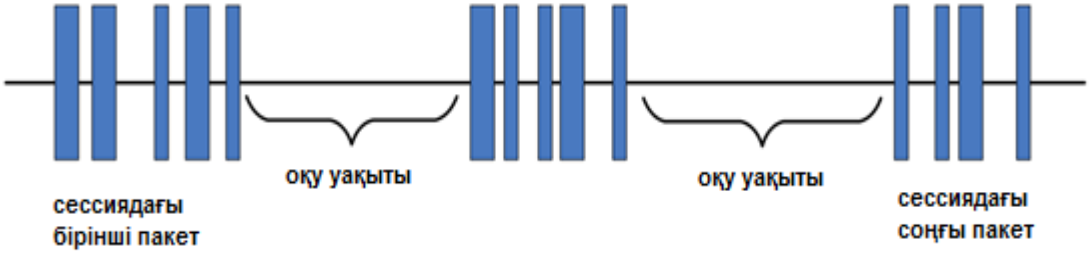
Қазіргі таңда трафиктің бірнеше типі ерекшелейді:

- Пульстайтын трафик (Bursty traffic);
- Интерактивті трафик (Interactive traffic);
- Кідірістерге сезімтал трафик (Latency sensitive traffic);
- Интерактивті емес трафик (Non-real time traffic).

Пульстайтын трафик. Пульстайтын трафик ұғымының мағынасы байланыс сеансы кезінде ақпараттарды таратудың біркелкі еместігінде. Мұндай қосымшаларда ақпараттарды тарату сеансы біршама шектеулі уақытта болады, көбінесе белсенді тарату процессі кезінде ғана, содан соң сеанс жабылады да, трафик алмасу аяқталады (сурет 1.3). Мысалы, қолданушы интернеттен бетті жүктеді және қарап жатыр делік, бет жүктеліп қойғандықтан осы мезетте ол желімен өзара ақпарат алмаспайды. Бұл жағдай қолданушы келесі сілтемені ашқанса және келесі бетті жүктегенше жалғасады, мұнымен қоса ол тағы да трафикте «пульс» тудырады. Сәкесінше, почталық клиенттермен де осындай жағдай орын алады – олар желіге тек қана почтаны алатын кезде жүктеме түсіреді.

Пульстайтын трафик белігілі бір уақыт аралығында пайда болғандықтан арнаны біршама ұтымды пайдаланады. Осылайша, барлық клиенттер бір уақыт мезетінде беттерді жүктеу ықтималдылығы біршама аз болғандықтан, бір арнаны бірнеше клиенттер пайдалана алады. Сондықтан пульстанған трафик желідегі барлық клиенттерден арнаны бірқалыпты жүктей отырып, уақыт бойынша үйлесімді үлестіріледі.

Пульстайтын трафикке FTP, HTTP сессиялары, мультимедиялық файлдарды (*.wmv, *.swf, *.mov файлдары) және графикалық суреттерді жүктеу (*.jpg, *.gif файлдары) мысал бола алады. Бұл трафик типі үшін пайдаланушының күту уақыты контекстке тәуелді. Мысалы, егер одан әрі қарай қолдану үшін мультимедиялық файл жүктеліп жатса, онда пайдаланушыға оны жүктеу үшін үлкен жылдамдықтың қажеті жоқ. Егерде, пайдаланушы музыкалық файлды «онлайн» тыңдап жатса, үлкен графикалық сурет салынған хатты ашып, қарап жатса немесе жай ғана Интернетте бет ашса, ақпараттарды тарату жылдамдығының азаюы абонентке негативті әсер етуі.



1.3 сурет – Пульстайтын трафик сессиясы

Интерактивті трафик. Интерактивті трафик сессиясы клиенттің серверге және сервердің клиентке салыстырмалы қысқа сауал – жауабы. Мұндай трафикті нақты уақыт режиміндегі соңғы пайдаланушымен өзара ақпарат алмасатын интерактивті қосымшалар тудырады. Интерактивті трафикті тудыратын протоколдарға Secure Socket Layer (SSL) сессии, Instant Messenger, Telnet мысал бола алады.

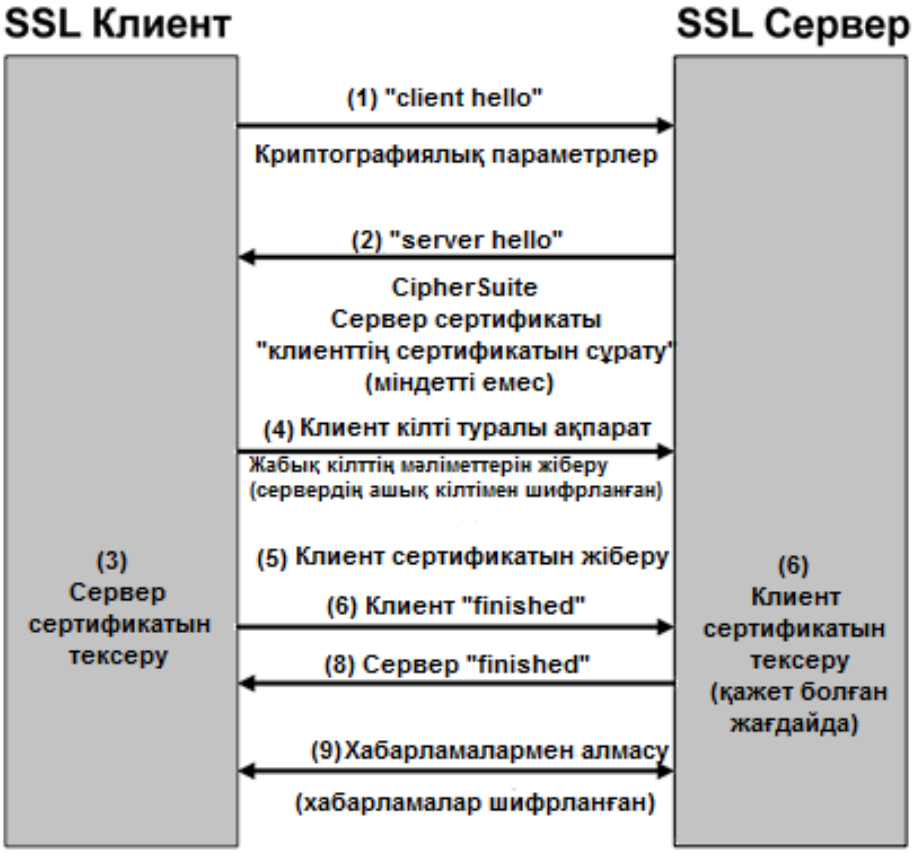
Интерактивті трафикте кері байланыстың болуы (сауал – жауап) таратын бөлік келесі ақпараттар жиынын тек қана қабылдайтын бөліктен жауапты алғаннан кейін жібереді. TCP /IP желілерінде трафик түрлерінің басым бөлігі дәл осы топқа жатады: TCP транспортты протоклы негізделген протоколдар және желілік қосымшалар.

SSL сессиясының мысалы 1.4 суретте көрсетілген.

Байланыс арнасында трафикті басқару механизмі болмаған жағдайда ақпараттар ағынының өткізу қабілетіне бәсекелестері интерактивті Интернет қосымшалардың жұмыс жасауына кері әсерін тигізуі мүмкін: қосымшалардың әсерлесу уақытын айту мүмкін болмайды.

Кідірістерге сезімтал трафик. Пульстайтын трафиктен айырмашылығы мұнда дестелер белгілі бір уақыт аралығы сайын түрленеді. Мұндай трафиктерге тұрақты ақпарат ағындарын тудыратын және байланыс арнасының өткізу қабілетінің біршама бөлігін қолданатын ағынды Интернет қосымшалары, Voice over IP (VoIP), видео конференциялар, онлайн ойындары мысал бола алады. Мұндай қосымшалар трафиктің бұл түрінің басқару механизмі болмаған жағдайда байланыс арнасын түгелдей алады. Бұл

жағдайда басқа қызмет көрсетулер мүмкін болмайды. Айта кететіні, арнада кідірістің мәні ұлғайған кезде соңғы пайдаланушы байланыс сапасының айырмашылығын бірден байқайды. Мысалы, видеоконференция кезінде видеосурет кейбір кадрлардың жоғалуымен, суреттің бұрмалануымен және т.б. жіберіледі. Егер пайдаланушы телефонмен сөйлесіп жатқан болса, онда кідірістің ұлғаюы дауыс сапасының тқмендеуіне алып келеді – дауыстық ақпараттар жоғала бастайды. Сөйлесушелірдің сөзі бөлініп кететін болады.



1.4 сурет – SSL қолданылуымен клиент – сервер сессиясы

Дауыстық ақпараттарды тарату кезінде байланыс арнасының сипаттамаларына белігілі бір талаптар қойылады. Дауыстық байланыстың сапасы дауыстық дестелерді жеткізу параметрімен және сигналдық хабарламалар айырбасының сапасымен анықталады. Мультисервисікт желілердің сапасына әсер ететін келесі факторларды айтуға болады:

- дестелерді жеткізу кідірісі – дестені желі арқылы жіберу үшін қажетті уақыт аралығы;
- джиттер (кідіріс вариациясы) – екі кезектес дестені жеткізу аралығындағы уақыт;
- желінің өткізу қабілеті;
- дестелердің жоғалуының ықтималдылығы.

Кідірістердің қосындысы тұрақты және айнымалы құрамалардың тізбегінен тұрады. Уақыт мәні тұрақты кідірістерге кодтау, декодтау, инкапсуляция, декапсуляция, сонымен қатар тарату және қабылдау кезінде дестелерді буферлеу жатады. Кідірістердің мәні дестелерді кезекке қою және оларды желі арқылы таратуға байланысты болады.

Дауыстық трафик таратылатын байланыс желісін екі категорияға бөлуге болады: корпоративті желі және мультисервистік желі.

Корпоративті желілердің ашық желілерден айырмашылығы қызмет көрсету сапасының қажетті дейгейіне кепіл бола алады. Онымен қоса, трафикті басқару және кепілдік берілген қызмет көрсету сапасы байланыс қызметін ұсынатын операторлардың ішкі серверлерінде жүзеге асырылады. Телематикалық қызмет көрсету операторы трафикті басқару саясатын толығымен анықтайды.

Ашық желілерде дауыстық трафик Интернет арналар арқылы таратылады. Соңғы пайдаланушының (RTP-трафик, Real-time Transport Protocol) барлық ақпараттары кідіріс пен жоғалтуларға сезімтал емес басқа ақпарат ағындарының түрі (HTTP, FTP) секілді бағдарланады. Қызмет көрсетудің сапасымен қамтамасыз ету технологияларының көп болуына және әр түрлі өндірушілер арасында протоколдар жүзеге асыру барысында бірліктің болмауына байланысты бұл жағдайда қажетті қызмет көрсету сапасына кепілдік бере алмайды. Корпоративті байланыс желісін қолданатын трафикті басқару механизмі мұнда қолданылмайды.

Ашық желілерде дауыстық трафикті таратудың сапасын арттыру мәселесін желіні біршама жылдамдатылған тарифтерге көшу арқылы шешуге болады. Дегенмен қызмет көрсету сапасына қандай жағдайда да кепілдік берілмейді. Қазіргі таңда ашық желілерде дауыстық байланыстың талап етілген деңгейімен қамтамасыз ету үшін тәулік уақытына қарамастан желінің жылдамдығына кепілдік беретін провайдер қызметтерін пайдалану болып табылады.

Интерактивті емес трафик. Интерактивті емес трафик (нақты емес уақыт трафигі) негізінен мезеттік жеткізу маңызды емес қосымшаларды түрлендіреді. Интернет протоколдарында интерактивті емес трафик мысалдары NNTP (Network News Transfer Protocol – жаңалықтарды тарату протоколы) және SMTP (Simple Mail Transfer Protocol – почталарды таратудың қарапайым протоколы) болып табылады. Әдетте байланыс желісінде бұл трафик түрі басқару жүйелерінде басымдылығы төмен және байланыс арнасындағы жүктеме мұндай қосымшалардың жұмыс істеуіне әсері аз болғандықтан, ең соңында қызмет көрсетіледі.

NNTP жұмыс сессиясын мысалға келтірейік. NNTP – телеконференцияларда хабарламалармен алмасу үшін өндірілген протокол. Құрылысы бойынша бұл протокол электронды почтаны тарату және қабылдау протоколы SMTP ұқсас келеді. NNTP протоколының NNRP (Network News Readers Protocol) деп аталатын да нұсқасы бар. Ол тек қолдау көрсетілетін командаларымен ғана ерекшеленеді және онлайн режимінде клиенттік

бағдарламамен қамтамасыз етуде жаңалықтар серверінен конференцияларды оқуға арналған. Функционалды түрде NNTP протоколы мақалаларды оқырмандарға олар серверде пайда болысымен, ал NNRP клиенттің сұрауы бойынша жіберіледі. Сәйкесінше, NNTP жаңалықтар серверлері арасында хабарламалар алмасу үшін, ал NNRP серверден хабарламаларды оқу үшін және жаңа хабарламалар құру үшін қолданылады.

1.4 Трафик атрибуттері

Мультисервистік желілерді сипаттау кезіндегі маңызды ұғымдардың бірі – қызметті тарату жылдамдығы. ITU-T ұсынуында берілген қызметте қолданушыға қолжетімді ақпараттарды тарату жылдамдығы. Барлық қызметтер екі топқа бөлінеді:

- ақпараттарды таратудың тұрақты жылдамдығымен;
- ақпараттарды таратудың өзгеріп тұратын жылдамдығымен.

Егер ақпарат көзі хабарды ақпараттарды таратудың тұрақты жылдамдығымен шығарса, онда тарату жылдамдығы шектік (Vш) және орташа (Vo) мәнмен сипатталуы мүмкін.

Хабарды ақпараттарды таратудың тұрақты жылдамдығымен шығаратын ақпарат көздері жарылыс коэффициентімен Кп=Vш/Vo және шектің орташа ұзақтығымен Тш сипатталады. Ақпарат көздерінің шектік, орташа жылдамдықтар және жарылыс коэффициенті нақты қызметті сипаттайды, дегенмен бір сеанстан келесі сеансқа өтудің кездейсоқ процесстерінде айырмашылықтар болуы мүмкін.

Егер арна хабарды ақпараттарды таратудың өзгеріп тұратын жылдамдығымен шығаратын кейбір қызметтердің ақпарат көздерін пайдаланса, онда ақпарат көзінің жылдамдығы V(t) арна жылдамдығынан Vmax асатын мезеттерде қызмет көрсету сапасы төмендейді.

Мультисервистік желілердің ақпарат көзі трафик параметрлерінің екі тобымен сипатталады. Бірінші топқа мыналар жатады:

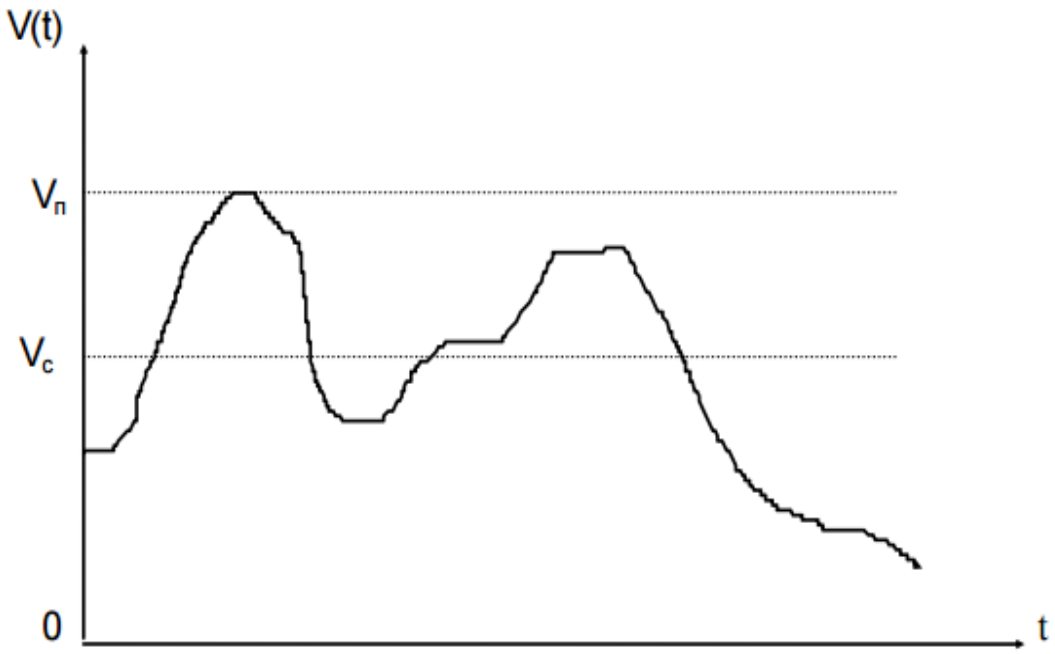
- пайдаланушыдан келіп түсетін талаптар ағынының қарқындылығы λ, шақ/сағ;
- сеанстың орташа ұзақтығы Тс, с;
- ақпарат көзінің меншікті жүктемесі, Эрл.

Екінші топ параметрлері пайдаланушы терминалын сипаттайды (I.311 ұсынуы):

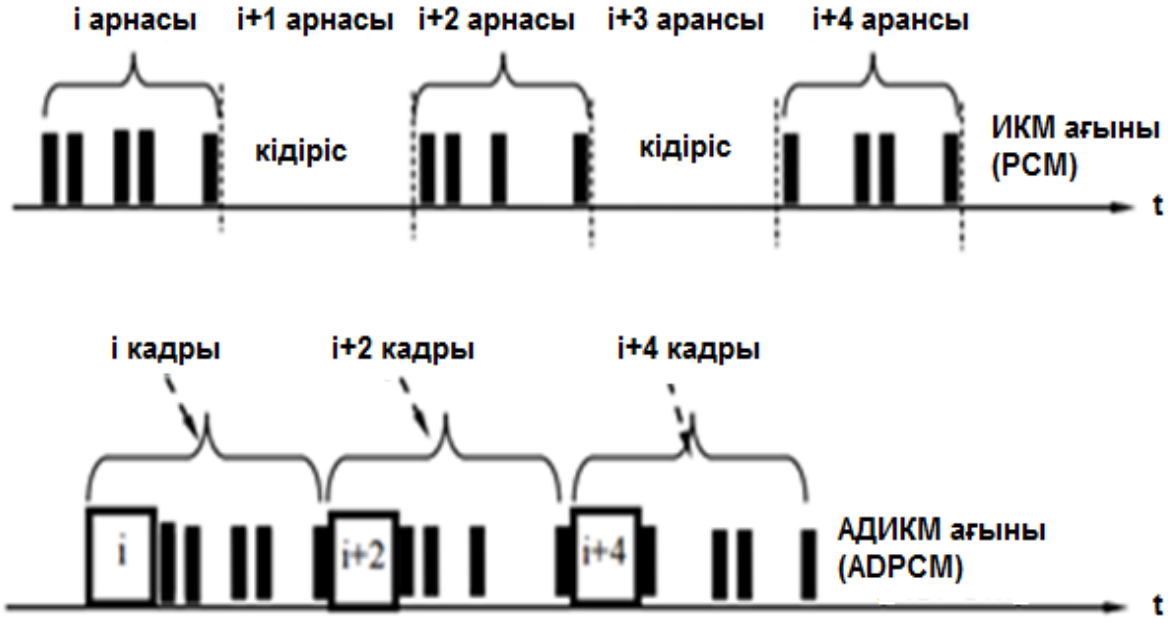
- ақпараттарды таратудың орташа (биттік) жылдамдығы Vo;
- ақпараттарды таратудың шектік жылдамдығы Vш;
- жарылыс коэффициенті Кп = Vш / Vo.

Таратудың нақты жүйесі (ТЖ) әрқашан таратудың максималды рұқсат етілген жылдамдығымен Vmax сипатталады. Егер осы ТЖ хабарды таратудың өзгеріп тұратын жылдамдығымен шығаратын кейбір қызметтердің ақпарат көздерін пайдаланса, онда V(t) мәні Vmax мәнінен асатын мезеттерде қызмет көрсету сапасы төмендейді. Егер ақпарт көзі хабарды таратудың өзгеріп тұратын жылдамдығымен ақпарат жинақтайтын болса (1.5 сурет), онда тарату

жылдамдығы шектік Vш және орташа Vо мәндермен сипаттала алады. Бізге белігілі қызметтер қатары таратудың тұрақты жылдамдығымен жұмыс істейтін қызметтерге жатады (статистикалық мультиплексирлеуді қолданбайды, тарату кезінде кідірістер байқалмайды): қарпайым телефония, түрлі түсті факс, файлдарды тарату. Таратудың өзгеріп тұратын жылдамдығымен жұмыс істейтін қызметтер екі топқа бөлінеді: стартстопты және үзіліссіз. Стартстопты қызмет сеансы кезінде ақпарттық іздеу жүйелеріне тән (мысалы, құжаттарды іздеу, видео іздеу) белсенділік және кідіріс периодтары байқалады. Мұндай қызметтердің тарату жылдамдығы нөлден Vш дейін секіріп өзгеріп отырады.



1.5 сурет – Хабар көзі жылдамдығының сипаттамасы



1.6 сурет – Статистикалық кодтауды қолдану кезінде жылдамдықтың өзгеруі

1.5 Телетрафиктің өз өзіне ұқсас болуы

XX ғасырдың 90 жалдарына дейін Эрланг формуласына негізделген әдістер компьютерлік желілердің өнімділігін бағалау үшін қолданылып келді. Ең алдымен классикалық телефониядағы телекоммуникациялық трафикті бағалау үшін арналған бұл әдістерді байланыс операторлары компьютерлік желілердегі жүктемені есептеу үшін де қолданды.

Трафик қызмет көрсету үшін елеулі қорларды талап етпейтін тексттік файлдардан тұрды. Мұндай әдіс қиындықтар туғызған жоқ, алайда қолданушылар санының тез өсуіне және таратылатын ақпараттың құрылымының қиындауына байланысты нақты жүктемеге толықтай баға бере алмауына және қызмет көрсету сапасының біршама төмендеуіне алып келді. Қызмет көрсету сапасын жоғарлатуға қойылған талаптар кідірістерге тұрақтылығы жоғары сенімді жүйелердің дамуына ынталандырды. Ол өз кезегінде заманауи компьютерлік желілердегі жүктеменің қасиетін зерттеуге деген құлшынысты арттырды.

Мультисервистік желілерде болып жатқан процесстерді зерттеудің ең оңтайлы әдісі компьютерлік имитациялық модельдеу болып табылады. XX ғасырдың 80-жылдарына дейін абоненттерге ұсынылған қызмет түрлерінің негізгісі телефония болды. Телефондық байланыс желісін модельдеу кезінде кіріс трафигін сипаттау үшін t уақыт аралығында i (i = 0…∞) шақырулар келіп түсуінің ықтималдлығы $P_i(t)$ болатын қарапайым ағын пайдаланылды.

Пуассон формуласы практика үшін жетерліктей дәлдіктер телефондық жүктемені сипаттайды және сондықтан да телефондық байланыс жүйесін

жобалау және модельдеу кезінде табысты қолданылып келді. Алайда, дербес компьютерледің, әсіресе, мультимедиа қызметтерінің пайда болуымен телетрафик желілерінде трафиктің сипаттамасы түбегейлі өзгерді. Тәжрибеде дестені коммутациялы компьютерлік желілер жүктемесін талдау барысында трафикте десте орамалары бар екендігі және ұзақ уақытты тәуелділіктер байқалды, сондықтан трафик Пуассон заңы көмегімен дұрыс сипаттала алмайды.

Өз өзіне ұқсас трафиктің негізгі қасиеттері:

1. Бақылау периодын ұлғайтқан кезде дисперсияның баяу төмендеуі;
2. Ұзақ уақытты тәуелділіктің болуы (кейінгі ықпалдылық);
3. Қуат спектрі сипаттамасының флуктуационалды болуы.

Математикалық дискретті өз өзіне ұқсас процесс келесі түрде анықталады: $X = \{X_n, n \in Z^+\}$ уақыттық процессі берілсін делік. Басқа ұзындығы m блоктардан тұратын қиылыспайтын көршілес X уақыттық процессін орташалау жолымен анылған $X^{(m)} = \{X_n^{(m)}, n \in Z^+\}$ біріктірілген процессті анықтайық.

$$X_n^{(m)} = \frac{1}{m} \sum_{i=nm-(m-1)}^{nm} X_i \tag{1.1}$$

Өз өзіне ұқсас процесстердің екі классы бар: нақты өз өзіне ұқсас және асимптоталы өз өзіне ұқсас процесстер.

X процесі параметрі β $(0<\beta<1)$ болатын нақты өз өзіне ұқсас деп аталады, егер $m \in Z^+$ үшін мына шарттар орындалса:

- дисперсия:

$$Var\left[X^{(m)}\right] = \frac{Var[X]}{m^{\beta}} \tag{1.2}$$

- автокорреляция функциясы:

$$R\left(k, X^{(m)}\right) = R(k, X). \tag{1.3}$$

β параметрі Херст параметрімен H келесідей байланыста болады:

$$\beta = 2(1-H) \tag{1.4}$$

Өз өзіне ұқсас трафиктердің келесі классы асимптоталы өз өзіне ұқсас процесстер деп аталады. X процессі асимптоталы өз өзіне ұқсас деп аталады, егер үлкен мәнді k үшін m → ∞ кезінде мына шарттар орындалса:

- дисперсия:

$$Var\left[X^{(m)}\right] = \frac{Var[X]}{m^{\beta}}; \tag{1.5}$$

- автокорреляция функциясы:

$$R\left(k, X^{(m)}\right) \to R(k, X). \qquad (1.6)$$

Өз өзіне ұқсас процесстердің нақты қасиеті автокорреляция функциясы m → ∞ кезінде $R(k, X^{(m)})$ болатын стохастикалық процесстерге қарағанда төмендемейді.

2 Мультисервистік желілердегі трафиктің математикалық модельдері

2.1 Пуассондық ағын

Көптеген уақыттар бойы ақпараттық желілердегі классикалық трафик моделі пуассондық (қарапайым) ағын болып келді. Бұл стационар жекешеленген кейінгі ықпалдықсыз ағын. Ол t уақыт аралығындағы i оқиғаларының (хабарламалардың) келіп түсу ықтималдылықтар жиынымен $P_i(t)$ көрсетіледі.

Айта кететіні, мультисервистік желі трафигін математикалық сипаттау кезінде дестелердің келуі оқиға болып саналады. Классикалық телефонияда оқиға бұл – шақырулар моменті. Осылайша, мультисервистік желідегі пуассондық ағын әрбір оқиға дестенің келіп түсуі болатын дестенің коммутациялық құрылғыға келіп түсетін процессті сипаттайды. Телефониядағы Пуассон ағыны қоңыраулардың келіп түсуін жүйедегі оқиға ретінде сипаттайды.

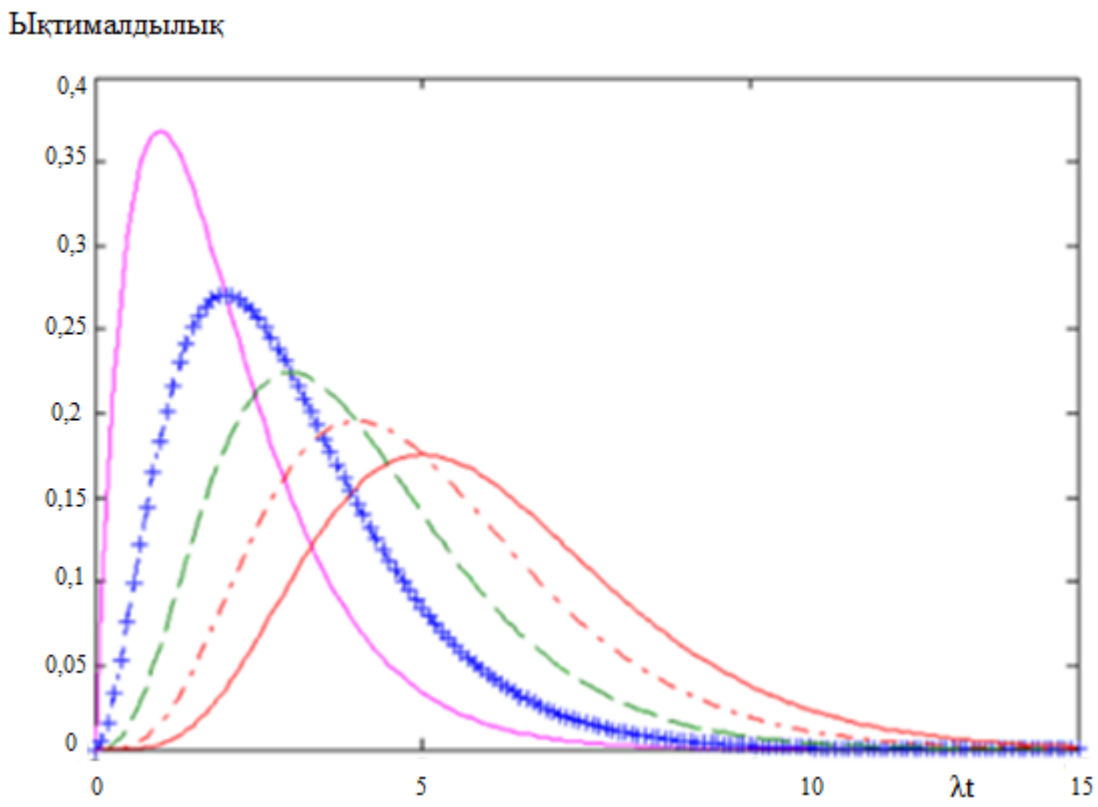
Ықтималдылықтар формуласы келесі формула арқылы анықталады:

$$P_i(t) = \frac{(\lambda t)^i}{i!} e^{-\lambda t}, \qquad (2.1)$$

мұндағы λ – ағын қарқыны.

Айта кететіні, хабарлама сандарын өлшеу уақытының аралығы t және ағын қарқыны λ тұрақты шама болып табылады.

P_i Пуассондық үлестірулердің i=1, 2, 3, 4, 5 болған кездегі λt-дан тәуелділігі 2.1 суретте көрсетілген. λt үлкен мәні кең және симметриялық ықтималдылықтар тығыздығы графигіне сәйкес келеді.



2.1 сурет – Әртүрлі оқиғалар саны үшін Пуассон үлестіруі

Графиктен көріп отырғанымыздай, t уақыт аралығындағы келіп түсетін шақырулардың ықтималдылықтар саны λt мәніне жақын.

Берілген аралықтағы оқиғалар санының $\bar{i}$ математикалық күтімі және D_i дисперсиясы:

$$\bar{i} = \sum_{i=0}^{\infty} iP_i(t) = e^{-\lambda t} \sum_{i=1}^{\infty} \frac{(\lambda t)^i}{i!} = \lambda t, \tag{2.2}$$

$$D_i = \overline{i^2} - (\bar{i})^2 = \lambda t. \tag{2.3}$$

Период үшін келіп түсетін ақпараттардың ықтималдылығын біле отырып, τ аралығындағы көршілес оқиғалар үлестірімін ала аламыз:

$$p(t) = \frac{dP(\tau \le t)}{dt} = \lambda e^{-\lambda t}. \tag{2.4}$$

Пуассон ағыны хабарламалар арасындағы аралықтарды экспоненцианалды үлестірумен сипатталады.

Пуассон ағыны маңызды аддитивтік қасиетке ие болғандықтан, нақты ағындарда модель ретінде кеңінен қолданылады. Егер λ_k қарқынына ие N

Пуассон ағынының көзін алсақ, және жаңа ағынды осы көздердің барлық оқиғаларының қосындысының ағыны ретінде қарастырсақ, онда қорытынды ағын қарқындылығы мынадай болатын Пуассон ағыны болады:

$$\lambda_{\sum} = \sum_{k=1}^{N} \lambda_k \,. \qquad (2.5)$$

Көптеген заманауи Интернет трафикті зерттеулер көрсеткендей, Пуассон ағынына негізделген модель желідегі жүктемелерді есептеу нәтижелерінің дұрыс болатындығына кепілдік бермейді. Мұндай модельдер арналар коммутациясымен телефон желілерін жобалау кезінде жетістікпен қолданылады. Бірақ та дестелер коммутациясымен мультисервисікт желі трафигі үшін емес. Ақпарат алмасу сеансының алдында екі түйінді қосуды жүзеге асыратын арналар коммутациясынан дестелер коммутациясының айырмашылығы ақпараттарды дестелерге бөле отырып, бір арна арқылы бірнеше абоненттердің ақпарат алмасуын жүзеге асырады.

Зерттеулердің көрсетуі бойынша, дестелердің түсуі арасындағы уақытты аралықтарға үлестіру функциясы экспоненциалды үлестірумен сәйкес келмейді. Статикалық өңдеу нәтижесі пуассондық ағын мысал бола алатын, апроксимирациялайтын функциямен экспоненциалды үлестірудің сәйкес келмейтінін көрсетті. «Ұзын қалдық» деп аталатын функция жақсы нәтиже көрсетті. «Ұзын қалдық» ұғымы лографимдік нормальға қарағанда экспоненциалды үлестіру кезінде сауалдар арасындағы уақыт аралығының болу ықтималдығы біршама аз.

2.2 Мультисервистік желілердің фракталды (өз өзіне ұқсас) трафигі

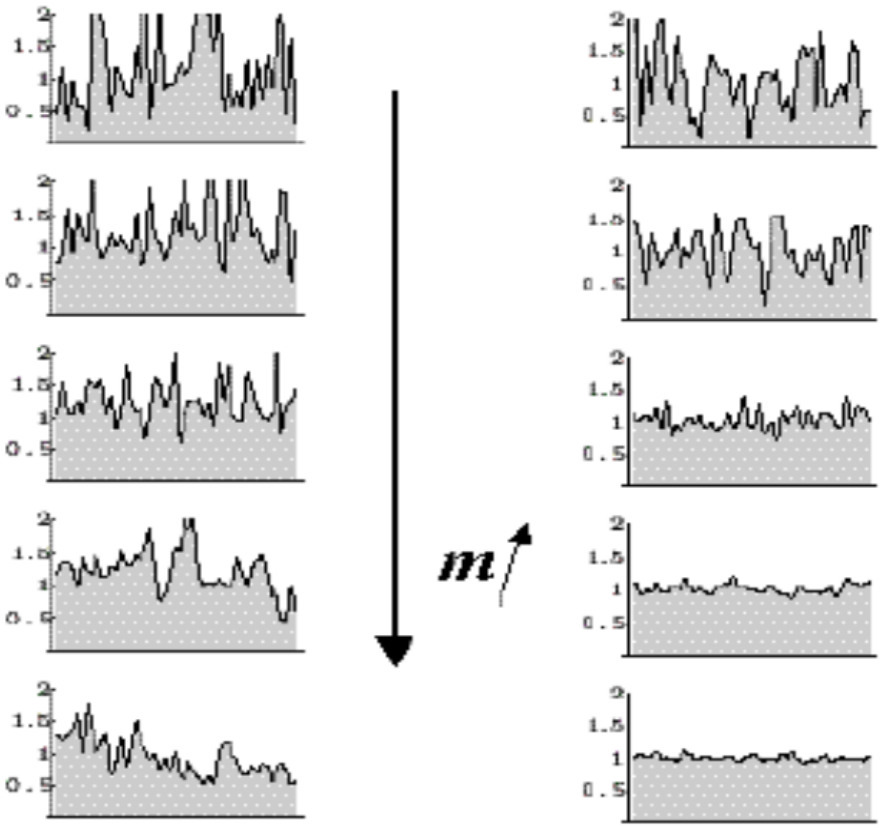
Фрактал ұғымын алғаш 1975 жылы Бенуа Мандельброт енгізді. Бұл сөз латынның fractus – фрагменттерден тұратын деген сөзінен шыққан. Математикалық көзқараспен қарағанда фракталды объектр ең алдымен бөлшекті (бүтін емес) өлшемге ие. Нүкте нөлге тең өлшемге ие екені белгілі. Ұзындықпен сипатталатын кесінді және дөңгелек өлшемі бірге тең. Ауданмен сипатталатын шеңбер және сфера өлшемі екіге тең. Өлшемі 1,5 тең болатын жиынды сипаттау үшін ұзындық пен ауданның ортасындағы бір нәрсе қажет. Фракталдардың барлығы дерлік ие болатын келесі бір қасиет – өз өзіне ұқсастық қасиеті (масштабты инварианттылық). Фракталды әрбір бөлік бүтіннің кішрейтілген бөлігі болатындай, қалағанша кіші өлшемдерге бөлуге болады. Табиғат фракталдарды миллион жылдар бойы құрды. Іс жүзінде табиғаттағы көптеген объекттер – шеңбер, квадрат және түзулерге жатпайды.

Өз өзіне ұқсас телетрафиктер туралы ең алғаш Bellcore корпорациясында Ethernet-трафикті зерттеген 1993 жылы ашқан ғалымдар тобы W. Leland, M. Taqqu, W. Willinger и D. Wilson сөз қозғай бастады. Олар кез келген уақыттық ось масштабында бірдей әрі сапалы болатын өз өзіне ұқсастық қасиетке ие. Өз өзіне ұқсас трафик кезінде осы күнге дейін телефондық желілерді жоспарлау кезінде табысты қолданылып келген

Марковтық модельдерге және Эрланг формуласына негізделген мультисервистік желіні есептеу әдістері жүктемеге нақты баға бермейтінін көрсетті. Өз өзіне ұқсас процесс кездейсоқ проецесстерге қарағанда тегістігі аз, бір қалыпты, яғни дисперсиясы үлкен болып келеді. Өз өзіне ұқсас процесстің бір қалыптылығы 2.2 суретте көрсетілген. Мультисервистік және телефондық желінің айырмашылығы келесіде: бастапқыда телефондық желілер арналар коммутациясы принципін қолдана отырып құрылды. Бұл желілерде трафиктердің сипаттамалары жақсы зерттелген, сонымен қатар арналардың өткізу қабілеттігінің нақты мәндерімен сәйкес келетін мәндерді алуға мүмкіндік беретін есептеулер әдісі жасалынған.

Мультисервистік желілердің негізін дестелер коммутациясы принципі құрайды. Ал жүктемені және нақты жүктемені есептеу нәтижелерінің дұрыс болмауына алып келген және соған байланысты қиындықтар туғызған есептеулер әдістері сол күйінде қалды. Қазіргі уақытта дауыстық, мультимедиялық және сигналдарды ақпараттарды желіге дестелер коммутациясымен таратын өз өзіне ұқсастық қасиетпен сипатталатын трафик кең қолданысқа ие [3].

Желілік трафиктің өз өзіне ұқсастық қасиеті. Өз өзіне ұқсастық әсерінен нақты желіде туындайтын ерекшеліктерді көрсету үшін ақпараттық ағындарды статистикалық мультиплексирлеу механизмін қарастырайық. Магистралды арналардың өткізу қабілеттілігін салыстырмалы түрде үнемді қолдануға мүмкіндік беретін ағындарды статистикалық мультиплексирлеу алгоритмі мультисервистік желілерде кеңінен қолданылады. Бірнеше ақпарат көзін бір магистралды арна арқылы таралуын қарастырайық. Магистралды арнаның белгілі бір қорының бөлігін ақпарат көзінің әрқайсысына бекітуге болады (мысалы, өзінің жиілік жолағын). Бұл жағдайда әрбір ақпарат көзі өзіне берілген бөлікті ғана қолдана алады (2.3 сурет, сол жағы). Статистикалық мультиплексирлеу арқылы таратудың келесі бір түрі – бөлек ақпарат көздерінің ағындары өткізу қабілеттігін үнемдей отырып, бір магистралды арнада қалыптасады (агрегатталады) (2.3 сурет, оң жағы).

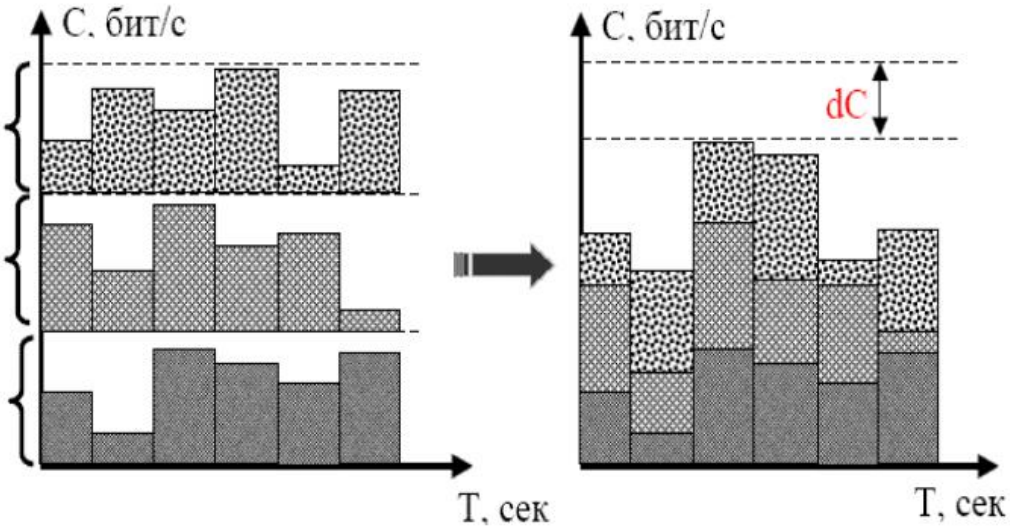


2.2 сурет – Уақыттық осьтің әр түрлі масштабтарында жүзеге асырылуы.

2.2 суретте нақты желі трафигінің (сол жақта) және телетрафиктің дәстүрлі «өз өзіне ұқсас емес» (пуассондық) (оң жақта) моделінің уақыттық жүзеге асырылуы көрсетілген. Жоғарыдан төмен қарай уақыттық ось масштабы ұлғаяды.

2.3 суреттің сол жағында араларындағы магистраль жолағын нақты бөлгендегі үш бөлек ақпарат көзінің ағындары көрсетілген (статикалық мультиплексирлеу). Оң жағында – статистикалық мультиплексирлеу алгоритмі кезінде магистралды арнадағы сол ақпарат көздерінің ағындары көрсетілген. Онымен қоса, dC жолағы бос қалды.

Бастапқыда телефондық торап байланысы коммутациялық арна қағидаларын қолдану кезінде құрылған. Телефон тораптарының трафиктік сипаттамасы жақсы зерттелген және қорытынды шығаруға көмектесетін есептеме тәсілі өңделген.Кездейсоқ процесстерде оның кейбір қажетті статистикалық сипаттамалары масштабтық көрсеткіштерге сәйкес масштабтау құрылғысын көрсеткенде фракталды деп аталады [4].



2.3 сурет – Ағындардың желілік қорларды қолдануы

2.3 Өз өзіне ұқсас трафиктер

Өз өзіне ұқсас (фракталды) процесстердің ерекше қасиеті уақыттық масштабтың кең диапазонын қамтиды. Өз өзіне ұқсас, фракталды немесе жүріп тұрған процесстерді үнемді түрде қамтуға тырысатын математикалық модельдер стохастикалық өз өзіне ұқсас процесстерді қолданады. Бұл модельдердің ортақ сипаттамасы олардың кеңістіктік-уақыттық динамикасы белгілі бір гиперболалық өшпелі корреляциялық функция және дәрежелік үлестіру функцияларымен басқарылатындығында. Фракталды құбылыстарды модельдеу кезінде дәстүрлік тәсілдер экспоненциалды өшетін корреляциялық функциялар және үлестірулермен сипатталатын параметрленген көп деңгейлі дәстүрлі модельдер иерархиясына сүйенеді. Фракталды құбылыстар ғылым мен техниканың көптеген салаларында байқалған: гидрология, қаржы экономикасы, биофизика жәнә т.б. Бұл құбылыстарды ескеретін модельдер телетрафик теориясында салыстырмалы түрде жаңа және дестелер коммутациясы желілерінде бұрыннан қалыптасқан үлкен баламалы модельдер классының трафигін сипаттауда қосылған үлесті көрсетеді. Фракталды модельдерді қолдану көптеген өлшемдерге негізделгенімен, аналитикалық сипаттау қиынға соғатын модель ретінде қарастырылғандықтан, оларды тәжрибе жүзінде енгізу және талдау еленген жоқ. Фракталды модельдерді телетрафик теориясында табысты қолдану нақты желілік трафикті жақсы сипаттаумен ғана емес, сонымен қатар желілік талдау және басқару кезінде қолдану мүмкіндігінің үлкен болуына да байланысты.

Трафикті модельдеу дәстүрлі телефониядан шыққан және трафиктік келіп түсулердің құрылымдары тек қана пуассондық жорамалдарға, ал қорды

ұстап тұру талаптары экспоненциялды жорамалдарға негізделді. Дестелер коммутациясына негізделген заманауи жоғары жылдамдықты желілердің пайда болуымен бұрыннан келе жатқан әр түрлі сервис және қосымшалардан тұратын коммутация және таратулар технологиясын жаңа технологиямен біріктіру проблемасы туындады. Нәтижесінде уақыттық масштабында үлкен айырмашылық (микросекундтан секундаға, тіпті минутқа дейін) болғандықтан дестелік трафик дауыстық трафикке қарағанда одан сайын күрделене түсті. Тәжрибе жүзінде, желілік трафикті болжау және желілердің өнімділігін талдау барысында қолайлы деңгейде байланыс желілірінің өткізу қабілетін болжай алатын стохастикалық трафик модельдері кеңінен қолданылады. Сонымен қатар, статистикалық сипаттамаларын аппроксимациялаудан басқа, бақыланатын трафиктің визуалды қасиеттерін де қамтыса, трафик моделіне сенімділік арта түседі.

Дәстүрлі телефонияда классикалық трафик моделі жүйенің өнімділігін жобалау және талдау кезінде өте жақсы жұмыс жасайды. Бірақ жоғары жылдамдықты заманауи коммуникациялық желілердің (мысалы, ATM-дағы B-ISDN) келуімен мүлдем әр түрлі трафик қоспалары пайда болды. Кейбір кең қолданылатын B-ISDN-сервистеріне (қысылған видео және файлдарды тарату) тән пульсталған құрылым дәстүрлі модельдердің қысқа уақытты және ұзақ уақытты тәуелділіктерге қатысты мүмкіндігі жоқ екенін көрсетті.

Дәстүрлі телефония модельдеріне негізделген телетрафик теориясы қазіргі заманғы мультисервистік желі трафиктің маңызды ерекшеліктеріне көрсетпейтіні анықталды.

Қазіргі заманғы мультисервистік желі дауыстық және видео қызмет көрсетулерін қолданудың өсу беталысы байқалуда. Мультисервистік желінің өсу динамикасы мынадай: бұл жүйелерде минуттық сөйлесулердің бағасы үнемі төмендеуде. Мультисервистік желінің дамуы телефония үшін сапасы қолайлы төменгі жылдамдықты дауыстық кодектердің туындауына алып келді. Мультисервистік желінің маңызды элементі болып абонент үнсіз тыңдап тұрған немесе абонент сөздер арасында кідіріс жасаған мезетте арнаны босататын VAD (voice activity detection –дауыстық белсенділікті анықтау) технологиясы табылады. Дауыста кідірістерді азайту алгоритмімен бірге статистикалық мультиплексирлеу мүмкіндігін қолдану байланыстың өз өзіне ұқсас құнының біршама төмендеуіне алып келеді.

Мультисервистік желілерінде VAD технологиясын қолдану экономикалық жағынан тиімді болғанымен, бұл жүйелерді жобалау кезінде қиындықтар туындайды. Ақпараттар ағынының тұрақты жылдамдығы болмайды, стохастикалық процесстер сипатталады, сәйкесінше абоненттің дауысының белсенділігі аралығының ұзақтығы және кідіріс аралығы ұзақтығы. Теорияда мұндай ақпарат көздерін ON-периодта (мультисервистік желісінде жылдамдық кодер жылдамдығымен анықталады) тұрақты

жылдамдықты ақпараттарды тарататын, ал OFF-периодта жүйеге ақпараттарды таратпайтын ON/OFF – көздер деп айту кабылданған.

ON/OFF – көздері арқылы алынған трафикті салу барысында дестелер жолында кездескен транзиттік түйіндерде күтулерге қызмет көрсету алгоритмін байыптап таңдауды талап ететін қосынды трафик те кездейсоқ сипаттамаға ие болады. Бұл жолдар максималды күш салу (best effort) принципімен жұмыс істейтін және дауыстық сервистерді қолдауға есептелмеген Internet инфрақұрылымы арқылы өтеді. Мұндай ситуация мультисервистік желілерде қызмет көрсету сапасына қойылатын талаптарды ескере отырып, транзиттік құрылғының баптауына ойластырылған тәсілді талап етеді. Дестелер коммутациясына негізделген желідегі трафикті зерттеулерге арналған көптеген ғылыми жұмыстар бар, бірақ мультисервистік желілерде трафиктің өз өзіне ұқсастығын зерттейтін оқулықтар өте аз. Осы зерттеулердің нәтижесіне сүйене отырып, әр түрлі ON/OFF – көздерден біріктірілген дауыс трафигі өз өзіне ұқсас болып табылады деп айта аламыз. Көптеген ақпарат көздерінң біріктірілген ағын трафигінде өз өзіне ұқсастық қасиеттің болуы осы қасиеттердің бөлек ақпарат көзіне қызмет көрсету сапасына тигізетін әсерін мұқият зерттеуді талап етеді. Трафиктің басқа түрлерінде өз өзіне ұқсастық қасиеттің болуы қызмет көрсету сапасының сипаттамаларына кері әсерін тигізетіні белгілі, бірақ трафиктің жүріс-тұрысын болжауға мүмкіндік береді.

Осылайша, дауыстық трафиктің біріктірілген ағындарының өз өзіне ұқсастық қасиетке ие болуы және олардың мультисервистік желілердегі бөлек ақпарат көздерінің қызмет көрсету сапасына әсері қазіргі кезде аз зерттелген және толығырақ зерттеуді талап етуде.

Желідегі ақпараттарды тарату процессі Пуассондық процесске сәйкес қарастырылады. Бірақ та жергілікті және ғаламдық (LAN және WAN) желілерді зерттеудің жетілдендірілген құралдары үлкен ақпараттар көлемін бақылауға мүмкіндік береді. Осы ақпараттар талдау күтулердің классикалық теоряисы жеңіл соңын және оларды қолдануда тәуелсіздікті көрсетеді. LAN трафиктің үлкен ақпараттар ағыны ұзақ уақытты тәуелділікті, яғни өз өзіне ұқсас процессті бақылауға мүмкіндік береді. Қазіргі таңда өз өзіне ұқсастық құбылысы желілік модельдеудің маңызды факторы деп айтуға болады.

Өз өзіне ұқсастық қасиетке ие құбылыс «үлкейту» дәрежесі әр түрлі немесе әр түрлі масштабтарда қарастырған кезде бірдей көрінеді. Солай бола тұра, масштабталатын шама кеңістік (ұзындық, ені) те, уақыт та болуы мүмкін.

Өз өзіне ұқсастық құбылысын түсіну үшін негізгі анықтамаларды қарастырайық.

Дискретті уақыттағы $X = \{X_n : n = 0,1,...\}$ процессі – екінші ретті стационарлы болады, егер мына шарттар орындалса:

1. тұрақты орташа $\mu = EX_n, \forall n \geq 0$

2. соңғы дисперсия $\vee = E(X_n - \mu)^2, \forall n \geq 0$

Берілген X процесстің мәндер тізбектерін өлшемі m-ге тең блоктарға бөлу арқылы алынған, $X^{(m)} = \{X_j^{(m)}, j = 1,2,...\}$ жаңа екінші ретті стационарлы процесс құрастырайық. Яғни біріктірілген процесс құрастырайық:

$$\forall m \geq 1 \qquad X_j^{(m)} = \frac{X_{jm-m+1} + X_{jm-m+2} + ... + X_{jm}}{m}, j \geq 1. \qquad (2.6)$$

Үзіліссіз және дискретті жағдайлар үшін өз өзіне ұқсас процесс ұғымын қарастырайық. $\wedge_{Tt}, t \geq 0$ – егер үлестірулері $\wedge_{Tt}$ және $T^H \wedge_t$ кез келген T>0 үшін баламалы, параметрі H болатын өз өзіне ұқсас процесс.

Соңғы математикалық үміті $E(X) < \infty$ және дисперсиясы $V(X) < \infty$ болатын кездейсоқ шамалар тізбегі X_m параметрі H болатын өз өзіне ұқсас процесс деп аталады, егер әрбір m=1,2,... үшін $\{X_k^{(m)}, k \geq 1\}$ және $\{m^H X_k, k \geq 1\}$ тізбектері бірдей шекті өлшемді үлестірулерге ие болса.

Процесс ассимптотикалы өз өзіне ұқсас болады, егер ковариациялық функция келесідей функцияға жақындаса:

$$r(k) \sim k^{-\beta} L(k), \qquad (2.7)$$

мұндағы $0 < \beta < 1$ параметрі;

L(k) – аз өзгеретін функция.

Ұзақ уақытты тәуелділікті функция үшін $r_k^{(m)} = r_k, m \to \infty$ шарты үлкен m үшін r_k m-нан тәуелді емес екенін білдіреді. Бұл жағдайда, процесс екінші ретті асимптотикалы өз өзіне ұқсас деп аталады.

X процессі нақты екінші ретті өз өзіне ұқсас деп аталады, егер:

$$r_k^{(m)} = r_k, \forall m, k \geq 0 \qquad (2.8)$$

$$\vee^{(m)} = \vee m^{-\beta}, m > 0, 0 < \beta < 2. \qquad (2.9)$$

Басқаша айтқанда, біріктірілген X_m процессі және бастапқы X процессі ұқсас корреляциялық құрылымға ие.

Осылайша, егер бастапқы және біріктірілген процесстер бірдей математикалық күтімге және ковариациялық құрылымға ие болса, онда тізбек екінші ретті өз өзіне ұқсас деп аталады.

Енгізілген анықтаманы нақтылау үшін r(t) – автокорреляциялық функциясын дискретті уақытта қарастырайық.

$$r(k)=\frac{\operatorname{cov}(X_{n+k},X_n)}{D(X_{n+k})D(X_n)}=\frac{\operatorname{cov}(X_{n+k},X_n)}{V(X)}=\frac{\operatorname{cov}(X_k,X_0)}{V(X)} \qquad (2.10)$$

$r^{(m)}(k)$ автокорреляциялық функциясын $X_k^{(m)}, m\geq 1$ (яғни $r^{(1)}=r$) тізбегін белгілейік. Екінші ретті өз өзіне ұқсас қасиетті тізбек үшін, кез келген k үшін:

$$V\left(X^{(m)}k\right)=\frac{1}{m^{2(1-H)}}V(X_k), r^{(m)}(k)=r(k) \qquad (2.11)$$

Автокорреляциялық функция мына қатынасты қанағаттандырады:

$$r(k)=\frac{1}{2}\left((k+1)^{2H}-2k^{2H}+(k-1)^{2H}\right). \qquad (2.12)$$

Оң жақтағы k мәні үлкен болғанда, екінші ретті X^{2H} айырма қатынас ретінде көрсетеді, осыдан шығатыны:

$$r(k)\approx H(2H-1)\frac{1}{k^{2(1-H)}}. \qquad (2.13)$$

Демек, келесі қатынасты келтіруге болады:

$$H=1-\frac{\beta}{2}. \qquad (2.14)$$

Белгілі өз өзіне ұқсас процесстердің мысалын келтірейік. $B_H=(B_H(t), t\in(-\infty,\infty)=R)$ процессі өз өзіне ұқсас параметрі (Херст) $H\in\left(1/2,1\right)$ тең болатын фракталды брауындық қозғалыс деп аталады, егер мына шарттар орындалса:

1. B_H - стационар процесс;
2. $B_H=0$ және $EB_H(t)=0\ \forall t$;
3. $EB_H(t)^2=|t|^{2H}\ \forall t$;
4. B_H - үзіліссіз;
5. B_H - гаусстық процесс.

Өз өзіне ұқсас параметрдің шекті мәндерінде B_H процессі $H=\frac{1}{2}$ тең болғанда стандартты браундық қозғалыс ретінде, ал $H=1$ тең болғанда сызықты детерминделген процесс ретінде ұстайды.

Фракталды брауындық қозғалыс үшін ковариация функциясы оң болады және келесідей түрге ие:

$$\operatorname{cov}(B_H(s), B_H(t)) = E[B_H(s)B_H(t)] = \frac{1}{2}E\left[B_H(t)^2 + B_H(s)^2 - (B_H(t) - B_H(s))^2\right] = \frac{1}{2}\left(t^{2H} + s^{2H} - |t-s|^{2H}\right).$$

Тізбекті дискретті фракталды брауындық қозғалыс өсімшелері $\left(B_H^*(n) = B_H(n+1) - B_H(n), n = 0,1,...\right)$ фракталды гаусстық шу деп аталады. Бұл процесстің ковариациялық функциясы корреляция функциясымен сәйкес келеді және келесідей түрге ие:

$$r(n) = \operatorname{cov}\left(B_H^*(0), B_H^*(n)\right) = \frac{1}{2}\left[(n+1)^{2H} - 2n^{2H} + |n-1|^{2H}\right], n \geq 0. \qquad (2.15)$$

2.4 Өз өзіне ұқсас трафик үшін статистикалық өлшемдер

Трафикті өз өзіне ұқсастыққа тексерудің төрт әдісі бар. Біріншісі автомодельді трафиктің ақырын кемитін дисперсиясымен анықталатын дисперсиялық әдіс. Трафиктің өз өзіне ұқсас екенін көрсететін бұрыштық коэффициенті (-β) 1-ден үлкен болатын логарифмдік масштабта m-ға тәуелді болатын X(m) дисперся көрсетілген. Ал H параметрі H = 1- β⁄2 теңдеуі түрінде берілген. Екінші әдіс – R⁄S статистикасы, бұл әдісте автомодельді жиын үшін статистика (n) нүктелерінің санына байланысты өсетіні қолданылады. Осылайша, R ⁄ S статистикасы аумағы лографимдік масштабта H бағасы болып табылатын (n) санынан көлбеулікті сипаттайды. Үшінші әдіс – пердиограмма әдісі, қуат спектрі көлбеулігін нөлге жақындаған жиілік ретінде қолданады. Логрифмдік масштабта пердиограмма көлбеулігі дегеніміз координаттар басына жақын орналасқан көлбеулігі β – 1 = 1 – 2H тең болатын түзу сызық [5].

Алдыңғы үш графикалық әдістер қате болжауларды экспоненттеу үшін керек (мысалы, мәліметтерді теру кезіндегі тұрақсыздық). Себебі олар H саны үлкен болған кезде дәл болмауы мүмкін. Бұл әдістің кемішілігі – негізгі стохастикалық процесстің формасы жинақталған. Бұл екі форма параметрі 1 = 2 < H < 1 болатын бөлшекті гаусстық шу және 0 < d < 1 = 2 аралығындаағы фракциялық ARIMA (p,d,q) ретінде қолданылады. Бұл екі модельдің деректер жиынтығында аз қашықтыққа байланысты өзінің болжамдары: фракциалды ARIMA әдісі жақын тәуелділікті қозғалыссыз дәрежеге ие, ал фракталды гаусстық шу жақын тәуелділікке ие болмайды.

Деректер жиынтығында кезінде біз тек қана алшақ тәуелділік қажет болғандықтан, Уитлл әдісін қолданамыз. Деректер жиынтығының әрбір сағаты m деңгейін көтеруге агрегатталады. Ал Уилл әдісі бойынша бағалау фракталды гаусстық шу моделінің көмегімен әрбір біріктірілген m деректер

жиынтығына қолданылады. Бұл әдіс мына қасиеті арқылы эксплуатацияланады: кез келген алшақ тәуелді процесс фракталды гаусстық шу жақындайды. Шекті үлестірумен байланысты тексеру нормальды үлестірумен қосылғанына көз жеткізу үшін қажет. Алшақтықтың m мәнін ұлғайтқан кезде тәуелділік деректер жиынынан орташаланады.

2.5 Херст көрсеткіші

Херст көрсеткіші кездейсоқ процесстің өз өзіне ұқсастық дәрежесін сипаттайтын маңызды пареметр болып табылады. Өз өзіне ұқсастыққа тексеру және Херст көрсеткішіне баға беру тапсырмалар жиынын құрайды. Уақыттың кең масштабын қамтуы өз өзіне ұқсас процесстердің маңызды ерекшелігі болып табылады.

Желілік трафик өз өзіне ұқсастық қасиетке ие және фракталды процесстер классына жатады. Херст көрсеткіші британдық гидролог Гарольд Херсттың (Harold Edwin Hurst) құрметіне аталған. Бұл көрсеткіш фракталды өлшемді есептеуге мүмкіндік береді және фракталды геометрияның құралы деп айтуға болады.

Статистикалық өз өзіне ұқсас трафиктер барлық мәліметтер жиынының статистикалық қасиеті сол бөлімшенің мәліметтер жиыны болып табылатындығын білдіреді. Бұл Херст көрсеткішіне баға беру кезінде қолданылады.

Гарольд Эдвин Херст Ніл өзенінің гидротехникалық жобаларына қатысқан. Көптеген жүзжылдықтар бойы Ніл өзенінің арнасынан тасуы көптеген Африкалық өркениеттердің ауылшаруашылығының негізі болып келген. Суландырудың жақсы болуы жақсы өнім болатыны білдірді, ал судың азаюы азық – түліктің жетіспеушілігіне алып келетін.

8000 жыл ішінде Нілдің тасу жылнамасына қарай отырып, Херст мына заңдылықты байқады: бір жылы су тасуы жақсы болса, келесі жылы да құнарлы болған және керісінше, бір жыл су азайса, келесі жылы да сәйкесінше аз болған.

Басқаша айтқанда, ашаршылық және құнарлы жылдардарың болуы кездейсоқ емес деуге болады. Бұл айғақты растау үшін Херст коэффициент $0 < H < 1$ енгізді. Қазіргі таңда оның құрметіне Херст коэффициенті (экспонентасы) деп аталады.

H коэффициентін есептеудің бір тәсілі R/S статистикасын талдау. ξ – Нілдегі жыл сайынғы су деңгейі деп белгілесек, онда τ жыл үшін орташа су деңгейі:

$$M[\xi] = \frac{1}{\tau}\sum_{i=1}^{\tau}\xi_i \ . \qquad (2.16)$$

t уақыт ішінде орташаға M [ξ] қатысты Ніл деңгейінің жыл сайынғы ауытқуының қосындысынан тұратын жаңа (кумулятивті) қатар аламыз.

$$X(t,\tau)=\sum_{i=1}^{t}(\xi_i - M[\xi]), 1 \le t \le \tau . \qquad (2.17)$$

τ уақты аралығындағы максималды және минималды X(t, τ) мәні R(τ):

$$R(\tau)=\max(X(t,\tau))-\min(X(t,\tau)), 1 \le t \le \tau. \qquad (2.18)$$

Сонда, R/S статистика R(τ) диапазонының ξ стандартты ауытқуына өлшемсіз қатынасымен анықталады:

$$R/S=\frac{R(\tau)}{S(\tau)}=\frac{R(\tau)}{\sqrt{\frac{1}{\tau}\sum_{i=1}^{\tau}(\xi_i - M[\xi])^2}}. \qquad (2.19)$$

Херст көптеген табиғи құбылыстар үшін мына тәуелділіктің дұрыс болатынын көрсетті:

$$M\left[\frac{R(\tau)}{S(\tau)}\right] \sim c\tau^H, \tau \to \infty \qquad (2.20)$$

мұндағы с – τ – ға тәуелсіз оң константа.

Зерттеліп отырған уақыттық қатардың өсімшесі тәуелсіз болса, яғни қатар тәуелсіз өсімшелермен броундық қозғалыс болып табылады. Ал Херст коэффициенті H=0.5.

0.5 < H < 1 болған жағдайда процесс персистентті (қолдайтын) немесе процесс ұзақ жадылы болады. Басқаша айтқанда, өткен шақта біршама уақыт аралығында процесстің оң өсімшесі байқалса, онда өсуі болған. Басқа сөзбен айтсақ, процесстің орташадан і қадамы бағытында і+1 қадамына ауытқуы, H параметрдің 1-ге жақындау ықтималдылығы сияқты үлкен.

0 < H < 0.5 болған жағдайда процесстің антиперсистенттілігі туралы айтады. Мұнда процесстің кіші мәнінен кейін үлкен мәні жүреді, және керісінше. Басқаша айтқанда, процесстің орташадан қарама қарсы бағытта (і қадамға ауытқуымен салыстырғанда) і+1 қадамына ауытқу ықтималдылығы H параметрінің 0-ге жақындауы сияқты үлкен.

H=0.5 болған жағдайда процесстің орташадан ауытқуы шынымен де кездейсоқ болады және броундық қозғалыс жағдайына сәйкес келетін алдыңғы мәнінен тәуелсіз болады.

Өз өзіне ұқсастыққа тексеру және Херст көрсеткішін H бағалау қиын тапсырма болып табылады. Нақты жағдайларда соңғы мәліметтер жиыньтығына сүйенеді, сондықтан трафиктің өз өзіне ұқсастығын алдын ала тексеру мүмкін емес. Демек, нақты трафиктің өз өзіне ұқсастық қасиетін жан жақты зерттеу қажет.

Ұзақ жады қасиеті Нілдің тасуына, желілік трафик, қаржы нарығында болатын процесстерге тән. Теңдеуді уақыттық қатарда H коэффициентін

бағалау үшін қолдануға болады. Ол үшін теңдеудің екі жағын да логарифмдеу қажет:

$$\log\left(M\left[\frac{R(\tau)}{S(\tau)}\right]\right) \sim H\log(\tau) + \log c, \tau \to \infty \qquad (2.21)$$

$\log\left(M\left[\frac{R(\tau)}{S(\tau)}\right]\right)$ - тың log(τ) – тан тәуелділік графигін тұрғызу қажет. Бұл тәуелділікті аппроксимациялайтын түзу көлбеу Херст коэффициенті болып табылады және зерттеліп отырған уақыттық қатарды сипаттайды.

Уақыттық қатардың Херст параметрін бағалау үшін көптеген әдістер бар: R/S статистика, дисперсияның өзгеру графигін талдау, Виттлдің бағалуы, вейвлет-талдау, дисперсия индексі талдауы және т.б.

2.6 Баяу және тез өшетін тәуелділіктер

Баяу және тез өшетін тәуелділіктер ұғымы өз өзіне ұқсас процесстер теориясында маңызды рөл атқарады. Баяу өшетін тәуелділік ұғымы ұзақ жады деп аталатын қасиетті сипаттайды. Бұл қасиетті келесі түрде түсіндіруге болады: процесстің келер шағы оның өткен шағымен анықталады, онымен қоса уақыттың өтуіне қарай «өткен шақтың» «келер шаққа» әсер ету деңгейі біртіндеп төмендейді.

Беранның айтуы бойынша, X баяу өшетін тәуелді процесс болады, егер:

$$r(k) \sim ck^{-\beta}, k \to \infty, \qquad (2.23)$$

мұндағы c > 0 – тұрақты;

0 < β < 1.

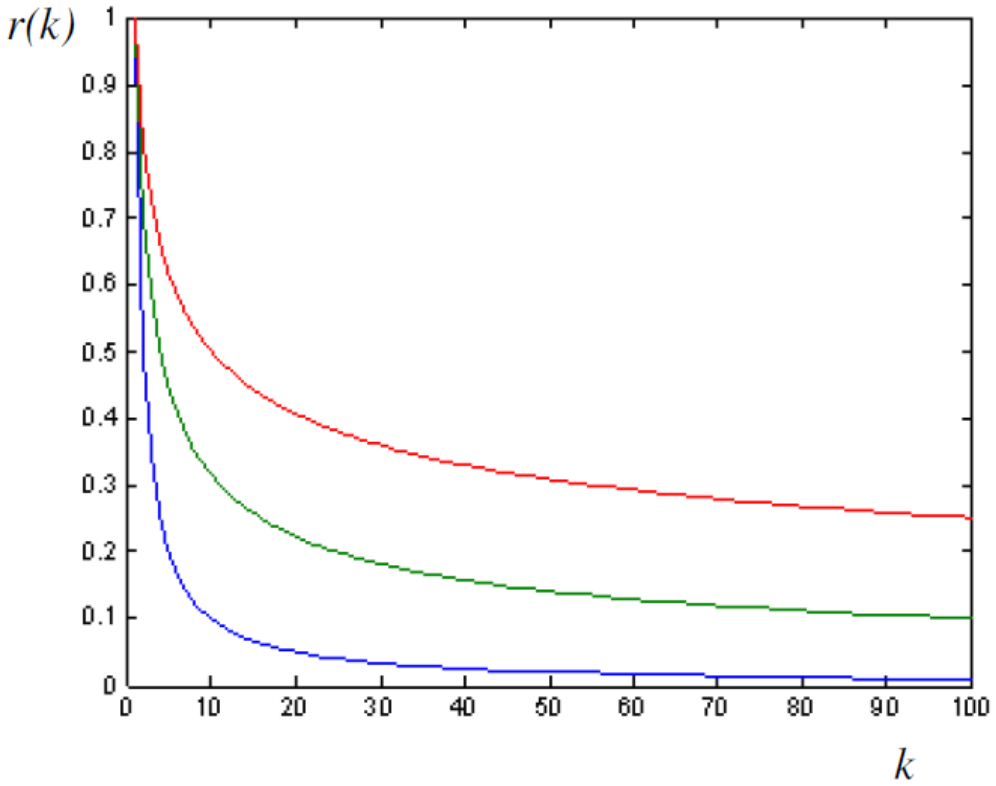
Осылайша, β параметрінің мәні: 1 < β < 2 шарты X процессі тез өшетін тәуелділік екенін көрсетеді. Бұл процессі ∞ → m болған кезде $V_m \sim cm^{-1}$, болатын дисперсияға ие. 0 < β < 1 шарты X процессі баяу өшетін тәуелділік екенін көрсетеді. Сонымен қатар, 0 < β <1 болған кезде β X процессіндегі баяу өшетін тәуелділік ретінде көрсетеді: β аз болған сайын, X-ке тәуелділік артады. Дәл осындай түсінікті Херст парметріне H де беруге болады.

Суретте көк түс автокорреляциялық функцияның тез өшетін тәуелділігіне сәйкес. Жасыл және қызыл түстер автокорреляциялық функцияның баяу өшетін тәуелділіктер белгіленген.

Қарапайым өз өзіне ұқсас объекттерге фракталдар жатады. Мандельброттың анықтамасына сәйкес: «фрактал – бөлшектерден құралған бүтінге ұқсас құрылым». Сондықтан өз өзіне ұқсас процесстерді көбінесе фракталды деп атайды.

Пуассондық процесстерден өз өзіне ұқсас процесстердің айырмашылығы

кейінгі ықпалдылықтың болуымен сипатталуы: келесі оқиғаның (кезектің келіп түсу ықтималдылығы тек қана уақыттан емес, сонымен қатар алдыңғы оқиғадан да тәуелді. Бұл дегеніміз ағымдағы оқиғалардың саны белгілі бір уақыт аралығындағы алдыңғы оқиғалар санынан тәуелді дегенді білдіреді. Сондықтан да өз өзіне ұқсас процесстің (self similar) негізгі қасиеттерінің бірі баяу өшетін тәуелділік (long range dependency) болып табылады.



2.4 сурет – Тез және баяу өшетін автокорреляциялық функция

Зерттеулердің көрсеткеніндей, мультисервистік желі трафигі көбінесе ұзын-масштабты корреляциялар, мультифракталдар үлестірулерімен сипатталатын күрделі динамикалық процессті құрайды. Зерттеушілер соқтығысқан қиындықтар желілік трафикті тек қана пуассондық модель рамкасында ғана сипаттауға болмайтынын, ал дәстүрлі математикалық әдістер ақпарат ағындарына жауапты уақыттық қатарларды талдау үшін жарамсыз болып табылатындығын көрсетті. Мультисервистік желілердің жұмыс жасауы олардың техникалық және бағдарламалық қолдауына, сонымен қатар желілік трафиктің негізгі ерекшеліктерін көрсететін және айқындалған заңдылықтар негізінде құрылған модельдерге тәуелді.

Әр түрлі трафикпен сипатталатын (мысалы, видео конференциялар үшін қосымша, peer-to-peer және т.б.) кең жолақты коммуникациялардың пайда

болуымен, өз өзіне ұқсас емес дәстүрлі транспорттық модельдер арқылы оларды талдау қате нәтижелер берді.

Ең бастысы қазіргі заманғы трафик түрлерінің табиғаты дәстүрлі транспорттық модельдермен (мысалы, Пуассон ағыны) сипаттауға келмейтін пульсталған (периодты түрде жүріп тұратын жүктемесі бар трафик) болып табылады.

Сипатталған жағдайды жоғары жиілікті құрылғыларды пайдалану арқылы жасалған зерттеулер растап берді.

Байланыс операторының мультисервистік желісінде трафикті басқару әдісін ұйымдастыру жұмыстарында маңызды тұсы техникалық және бағдарламалық қолдау, сонымен қатар оны өрістету және енгізу кезіндегі шығындар болып табылады.

Байланыс операторының коммутация түйінінде қондырылған операциялық жүйелерге өңделген дайын бағдарламалық құралдарды қолдану арқылы нақты математикалық модельдерді жүзеге асыру әрдайым мүмкін бола бермейді. Мұндай әдістер көп жағдайда мүмкін болмайтын операциялық жүйелердің ядросымен жұмыс істейтін әдістерді жүзеге асыруды ұсынады.

Қазіргі таңда операциялық жүйелерге кірістірілген дайын бағдарламалық құралдары және желіде трафикті басқару алгортмдері бар. Осы құралдарды пайдалана отырып, алдын ала таңдалған өлшемдер және талаптар бойынша дайын басқарулар алгоритмі базасында трафикті басқаруды жобалау жүйесін мүмкіндігі бар.

2.7 Телетрафик өз өзіне ұқсас процесс ретінде

Мультисервистік желілерде трафикті сипаттайтын процесстердің өз өзіне ұқсас болуына өткен ғасырдың 90 жылдардың басында Лиланд (W.E.Leland) және оның әріптестері (M.S.Taqqu, W. Willinger, D.V.Wilson) назар аударды және баяндама жасап, мақаласын жариялады. Онда мультисервистік желідегі трафиктің тәжрибелік талдауының нәтижелерінің қорытындылары келтірілді және бірлік уақытта дестелер санының үлестірілуі Херст параметрінің мәні 0,65 – 0,8 аралығында болатын кездейсоқ өз өзіне ұқсас процесс арқылы жақсы сипатталатындығы көрсетілген. Өз өзіне ұқсас процесс әр түрлі уақыт мезетінде трафик уақыт шкаласында масштабтың өзгеруіне байланысты статистикалық ұқсас болатындығын білдіреді.

Дискретті дәлдікті кездейсоқ процесстердің кең мағынасында қатаң және ассимптоталы өз өзіне ұқсас процесстерге анықтама берейік және олардың тар мағынадағы өз өзіне ұқсас процесстермен.

X = $(X_1, X_2, ...)$ дискретті дәлдікті (уақыт) $T \in n \triangleq \{1, 2, ...\}$ кездейсоқ процесстің кең мағынасындағы тұрақтының жартылай шексіз кесіндісі болсын. μ < ∞ және $\sigma^2 < \infty$ арқылы X процессінің орташасын және дисперсиясын сәйкесінше белгілейік, ал:

$$r(k) \triangleq \frac{\overline{(X_{t+k}-\mu)(X_t-\mu)}}{\sigma}, \tag{2.24}$$

$$b(k) \triangleq \sigma^2 r(k), k \in Z = \{0,1,2,...\} \tag{2.25}$$

X процессінің автокорреляциялық функциясы және автоковарияция процессі. X процессі – кең мағынада тұрақты болғандықтан, математикалық үміті $M[X]=\mu$, дисперсиясы $D[X]=\sigma^2 \equiv b(0)$, корреляция функциясы r(k) және автоковариация b(k) процессі t уақытқа тәуелді емес:

$$r(k) = (-k) \tag{2.26}$$

$$b(k) = b(-k) \tag{2.27}$$

Біріктірілген процесстер кері өлшемдерге қарағанда баяу өзгереді. Өз өзіне ұқсас процесстер бар кезде ұзақ уақытты тәуелділік автокорреляция функциясының дивергенциясы деп аталады.

X процессі келесідей автокорреляциялық функцияға ие болсын делік:

$$r(k) \sim k^{-\beta} L_1(k), k \to \infty \tag{2.28}$$

мұндағы 0 < β < 1 және L_1 - шексіздікте баяу өзгеретін функция, яғни:

$$\lim_{t\to\infty} \frac{L_1(tx)}{L_1(t)} = 1 \tag{2.29}$$

Барлық x > 0 үшін (баяу өзгеретін функцияға $L_1(t) = const, L_1(t) = \log(t)$ мысал бола алады).

X процессін ұзындығы m болатын блоктар бойынша орташаланған $X^{(m)} = \left(X_1^{(m)}, X_2^{(m)}, ...\right)$ деп белгілейік. Оның компоненттері келесі теңдеуден анықталады:

$$X_1^{(m)} \triangleq \frac{1}{m}\left(X_{tm-m+1} + ... + X_{tm}\right), m, t \in N. \tag{2.30}$$

$r_m(k), b_m(k)$ және $V_m = b_m(0)$ арқылы $X^{(m)}$ процессінің корреляция коэффициентін, автоковариация және дисперсиясын сәйкесінше белгілейік. Қатаң өз өзіне ұқсас процесстің кең мағынадағы анықтамасын келтірейік.

Херст параметрі $H = 1-(\beta/2), 0 < \beta < 1$ болатын, X процессі кең мағынада қатаң өз өзіне ұқсас процесс (exactly second-order self-similar) деп аталады, егер $r_m(k) = r(k), k \in Z_+, m \in \{2,3,...\}$, болса, яғни ұзындығы m болатын блоктар бойынша орташаланғаннан кейін кең мағынада қатаң өз өзіне ұқсас процесстің корреляция коэффициенті өзгермейді. X кең мағынада қатаң өз

өзіне ұқсас процесс болады, егер агрегацияланған $X^{(m)}$ процессінің бастапқы X процесінен екінші ретті статистикалық айырмашылығы болмаса.

Херст коэффициенті H өз өзіне ұқсас процесстер тоериясында негізгі мағынаға ие. Ол өз өзіне ұқсас процесстің дәрежесінің көрсеткіші болып табылады, сонымен қатар персистенттік/антиперсистенттік, ұзақ жадылық сияқты қасиеттердің бар екенін көрсетеді.

Херст параметрі $H = 1 - (\beta / 2), 0 < \beta < 1$ болатын, X процессі кең мағынада ассимптоталы өз өзіне ұқсас процесс (second-order asymptotical selfsimilarity) деп аталады, егер

$$\lim_{m \to \infty} r_m(k) = g(k), k \in N, \tag{2.31}$$

мұндағы $g(k)$ - кең мағынада ассимптоталы өз өзіне ұқсас процесстің корреляция коэффициенті.

Оны мына формуланы арқылы анықтаймыз:

$$g(k) = \frac{1}{2}\left[(k-1)^{2-\beta} - 2k^{2-\beta} + (k-1)^{2-\beta}\right] \tag{2.32}$$

Егер ұзындығы m болатын блоктар бойынша орташаланғаннан кейін және ∞ → m болағн кезде кең мағынада қатаң өз өзіне ұқсас процессімен қосылса, онда X кең мағынада ассимптоталы өз өзіне ұқсас процес болады.

Кең мағынада қатаң өз өзіне ұқсас процессімен қатар тар мағынадағы өз өзіне ұқсас процесс деп аталатын қарапайым өз өзіне ұқсас процесс ұғымы да бар.

Херст параметрі $H = 1 - (\beta / 2), 0 < \beta < 1$ болатын, X тар мағынадағы өз өзіне ұқсас процесс (strictly selfsimilarity) деп аталады, егер мына теңдік орындалса:

$$m^{1-H} X^{(m)} \stackrel{\bullet}{=} X, m \in N, \tag{2.33}$$

Зерттеушілер H параметрін есептей отырып, мультисервистік желілер үшін оның (0.5, 1) аралығында болатынын байқады. Сапалық деңгейде мұндай өз өзіне ұқсас трафик тұрақты шұғыл сипаттамаға ие.

2.8 Өз өзіне ұқсас трафикті модельдеу тәсілдері

Өз өзіне ұқсас трафиктер масштабтаудың үлкен санында сақталатын ерекше құрылымға ие. Мұндай масштабтау мультисервистік желілерде байланыс түйіндері арқылы дестелерді тарату кезінде трафиктің сипаттамаларын нашарлатады.

Өз өзіне ұқсас модельдердің сипаттамалары біршама үлкен уақыт аралықтарында трафиктер арасында тәуелділіктің пайда болуын көрсететін ұзақ уақыт аралығына тәуелділік қасиетін көрсетуі мүмкін [6].

Ұзақ уақытты тәуелділік тек бір ғана Херст параметрі арқылы сипатталады. Бұл параметрге баға беру үшін көптеген талдау және зерттеу тәсілдері бар. Олар: R/S статистика, вейвлет, Виттл, дисперсия индексін талдау және бағалаудың т.б. түрлері. Херст көрсеткіші H=0,5 болса, бұл трафиктің өз өзіне ұқсастығы 0 мәніне жақын екенін көрсетеді. Ал егер Херст параметрі мәні 1-ге жақын болса, онда бұл көрсеткіш ұзақ уақытты тәуелділік бар екенін растайды.

Мультисервистік желілерді модельдеу әдістерін екі түрге жіктеуге болады: талдамалы және имитациялық.

Талдамалы модель – бұл көбінесе модельленген объекттік немесе процессті сипаттауға мүмкіндік беретін математикалық өрнектер және шешімдер. Жоғарыда айтылған модельдер теориялық көрсеткіштерді зерттеу үшін ыңғайлы, бірақ көптеген мәлімет көздері үшін нақты мәнге жақын талдамалы модельді тұрғызу өте қиын.

Имитациялық модель – бұл өзінің сипаттамасы бойынша нақты тізбеккке (жүріп тұрған объекттен тәжрибе жүзінде алынған) жақын процесстер және алгоритмдер жиыны. Мұндай тізбек ретінде, мысалы, ақпараттарды таратудың желілік трафигі бола алады. Қазіргі таңда имитациялық модельді қолдану біршама ыңғайлы болып табылады. Сонымен қатар, модельдеудің имитациялық әдісінің спецификасы тар және мұндай модельдерді байланыс желілерінде қолдану модельдің жаңа қолдану талаптарына бейімделуіне біршама жұмыстарды талап етеді.

Талдамалы және алгоримтдік бөлімдерден тұратын модельдердің қиындауы мүмкін. Қазіргі таңда фракталды трафикті түрлендіруге арналған көптеген модельдер зерттелген және өңделген. Мультисервистік байланыс желісін жобалау кезінде барлық қажеттіліктерді қанағаттандыратын, атап айтқанда шығындар саны аз болатын, қызмет көрсетуге және әрі қарай дамуға шығын аз кететін транспорттық желіні тұрғызудың оңтайлы шешімін тапқысы келеді.

Қазіргі таңда желілік трафикті талдау және модельдеу бойынша зерттеулердің көптішілігі бір уақыттағы барлық белсенді қосулар бір ағынға жиналатын біріктірілген трафик жүрісін сипаттауды мақсат етіп қойды. Әдеттегі біріктірілген тізбектер бірнеше аралықтағы бірлік уақыттағы дестелер санынан тұрады. Көптеген зерттеулердің көрсетуі бойынша біріктірілген трафик фракталды немесе өз өзіне ұқсас масштабтауды көрсетеді, яғни трафик барлық уақыт масштабында статистикалық ұқсас болып келеді.

2.9 **Имитациялық модельдеу құралдарына шолу**

Трафикті талдау әр түрлі қосымшалар үшін талап етілетін жолақтар енінің орташа жүктемесі, сонымен қатар көптеген басқа бөлшектер. Трафик

моделі желі дизайнерлеріне өткен тәжрибесі негізінде жобаланатын желіге болжау жасауға, сонымен қатар болашақ қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін өнімнің жүрісін болжауға мүмкіндік береді. Трафик моделі екі негізгі әдісті қолданылады: баламалы модель шегінде және дискреттік шамаларды түрлендіру кезінде.

Қарапайым трафик дискреттік шамалардың жеке аралықтарынан тұрады. Нүктелік процесс оқиғалар тізбегінен тұрады: $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$ (шамасы бойынша $T_0 = 0$). Нүктелік процесстерді оқиға процессінің уақыттық аралығы ретінде өрнектеуге болады. Санау процессі N(т) уақыт бойынша үзіліссіз, теріс емес, бүтін стохастикалық процесс болып табылады. $N(t) = \max\{n : T_n \le t\}$ - $(0., t]$ уақыт аралығында келіп түскен оқиғалар саны (трафик). Теріс емес кездейсоқ шаманың $\{A_n\}$ келіп түсу процессі, мұндағы $A_n = T_n - T_{n-1}$ - n^{tth} өткелді алдыңғы оқиғадан бөлетін уақыт аралығының ұзындығы.

Парето үлестіруі. Парето үлестіруінде кездейсоқ шама үшін ықтималдылық тығыздығы және үлестіру функцисяы келесідей болады:

$$P(x) = \frac{ab^a}{x^a + 1} \tag{2.34}$$

$$F(x) = 1 - \left(\frac{b}{x}\right)^a \tag{2.35}$$

$x \ge b$ интеварлында ғана анықталады.

Парето үлестіруі $a > 1$ болған кезде ғана математикалық үмітке, ал $a > 2$ болғанда ғана дисперсияға ие болады:

$$\mu = \frac{ab}{a-1} \tag{2.36}$$

$$\sigma^2 = \frac{ab^2}{(a-1)^2(a-2)} \tag{2.37}$$

Вейбулл үлестіруі. Вейбулл үлестіруінде кездейсоқ шама үшін үлестіру функцисяы және тығыздық функциясы келесідей болады:

$$F(x) = 1 - e^{-\beta x^\alpha} \tag{2.38}$$

$$P(x) = \alpha \cdot \beta \cdot x^{\alpha-1} e^{-\beta x^\alpha} \tag{2.39}$$

Математикалық үміті және дисперсия:

$$\mu = \beta^{-\frac{1}{\alpha}} \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \tag{2.40}$$

$$\sigma^2 = \beta^{-\frac{2}{\alpha}} \left(\Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)\right) \tag{2.41}$$

мұндағы Г(х) – Эйлердің гамма-функциясы.

Логнормалды үлестіру. Импульсті хабар көздерін модельдеу кезінде қолданылатын үлестірулердің кең тараған түрлерін қарастырайық. Экспоненциалды емес үлестірілген үлестірулердің алғашқыларының бірі логнормалды үлестіру болып табылады. Функционалдық тәуелділік түріндегі нормалды үлестіру негізінде логарифмдік нормалды үлестіру келесідей болады:

$$Z = \log(X) \tag{2.42}$$

мұндағы Z – орташасы нөл болатын нормалды үлестірілген кездейсоқ шама;

Х – логнормалды заң бойынша үлестірілген кездейсоқ шама:

$$w(x) = \frac{1}{x\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(\log(x)-m)^2}{2\sigma^2}}, x > 0 \tag{2.43}$$

мұндағы σ – кездейсоқ шаманың орташа квадраттық ауытқуы;

m – математикалық үміті.

Бұл параметрлерді тәжрибелік мәліметтер негізінде келесі формула бойынша анықтауға болады:

$$\hat{m} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \log(x_i) \tag{2.44}$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} (\log(x_i) - \hat{m})^2} \tag{2.45}$$

Нормалды үлестірілген кездейсоқ шаманың бізге белгілі σ және m мәндерінің негізінде логнормалды үлестірілген Х кездейсоқ шамасының математикалық үміті мен дисперсиясын анықтауға болады:

$$m_x = e^{m+\frac{\sigma^2}{2}} \tag{2.46}$$

$$\sigma_x = e^m \sqrt{e^{\sigma^2}\left(e^{\sigma^2} - 1\right)} \tag{2.47}$$

Логнормалды X кездейсоқ шамасын келесі функционалдық түрлендіру арқылы түрлендіруге болады:

$$x_i = e^{u_1} \tag{2.48}$$

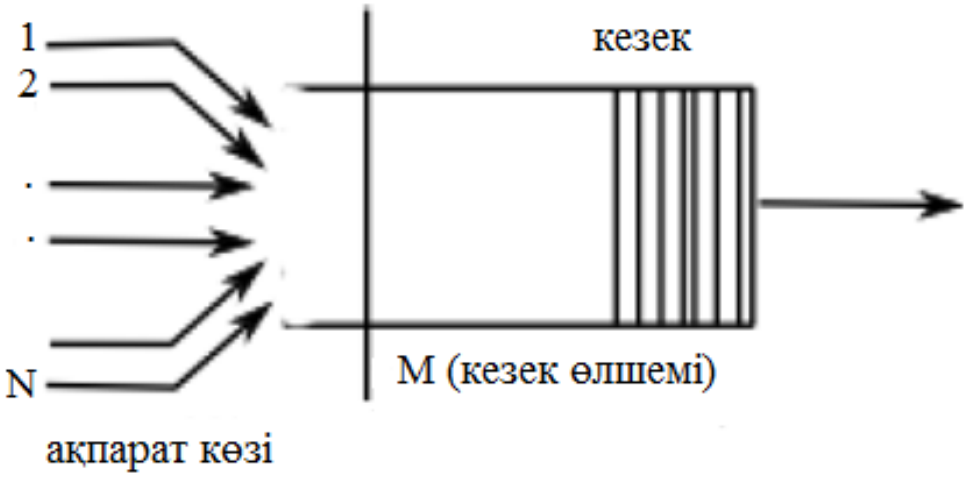
мұндағы u_1 – орташасы нөл болатын және бірлік дисперсияға ие нормалды үлестірілген кездейсоқ шама.

ON-OFF модельдері. ON-OFF моделін жобалау және өңдеу желілік деңгейден қосымша деңгейіне дейін трафикті нақты сипаттауға сүйенеді. Әдетте модель желілік трафиктің масштабтау әрекетін бағалау кезінде қолданылады. Мысалы, IP-трафиктің құрылымын талдау тек ON-OFF модельдерін қолдану арқылы жүзеге асады. Бұл модель тек екі күйді қолданады, атап айтқанда ON және OFF. OFF күйінде өткізген уақыты ауысу уақыты деп аталады. ON-OFF моделін түсіну үшін 2.5 суретте көрсетілгендей, N әр түрлі ON-OFF көздеріне бөлінген желідегі ағынды қарастырайық. ON-OFF моделі үшін статистикалық бірдей және тәуелсіз ақпарат көздері қолданылады. M өлшемді кезекке C тұрақты жылдамдықпен қызмет көрсетіледі. ON-OFF көзі L - дестелердің орташа саны, ақпарат көзі қосулы болған кездегі шектік жыламдық S және p ақпарат көзінің орташа жылдамдығы шамаларымен сипатталады. Бұл факторалар ON-OFF көздері периодының орташа ұзақтықтарын анықтайды. Ақпарат көзінің тепе – тең ықтималдылығы былайша есептеледі γ = R / S.

ON-OFF периоды экспоненциалды үлестіруге ие және ақпарат көзі Марковтық тізбектер көмегімен модельденеді. Дестелерді түрлендірудің орташа жылдамдығы L >> мәнінен жоғары деп саналады. ON көзінен ON-OFF күйіне ауысу қарқыны былайша есептеледі:

$$t_{1(from\ the\ Off\ to\ the\ On\ state)} = \frac{\gamma S}{L(1-y)}$$

$$t_{2(from\ the\ On\ to\ the\ Off\ state)} = \frac{S}{L}$$



2.5 сурет - ON-OFF моделі үшін кезекте күту мысалы

3 Нақты трафикті зерттеу және оны GPSS World ортасында модельдеу

3.1 Нақты трафиктің статистикалық сипаттамалары

Телекоммуникалық трафиктің статистикалық сипаттамаларын зерттеу тәжрибесі келесідей болды. Желі конфигурациясында желінің «өзегі» болып табылатын құрылғы (Cisco Catalyst 3750) таңдалынып алынды. Оның бос портына RJ-45 интерфесі арқылы дербес компьютер (ДК) жалғанды. Арналық деңгейде байланыс Fast Ethernet протоколы арқылы жүзеге асты. Таңдап алынған порт SPAN-порты түрінде конфигурацияланды.

Дестелер арқылы таратылатын трафикті өлшеу барысында транспорттық деңгейдегі TCP, UDP, ICMP және OSPF, сонымен қатар қосымша деңгейдегі HTTP, FTP, SSH және SMTP протоколдар көмегімен талдау барысында қолданған трафикті өлшеуді уақыттық қатарлар алынды [7].

Зерттеулердің көрсетуі бойынша, транспорттық деңгейдегі TCP мәліметтері трафикте үстемдік көрсетеді және бұл мәліметтердің сипаттамасы мультисервистік желі трафигінің сипаттамасын анықтайды. TCP-трафиктен басқа UDP трафиктің жоғары пайызы бар, алайда трафиктің бұл түрі TCP трафигіне қарағанда біршама тегістелген және мультисервистік желі трафигінің құрылымына айтарлықтай әсерін тигізбейді.

Өлшеніп алынған мәліметтер Ethernet-кадрлары болып табылады, ал транспорттық деңгейде UDP протоколдары қолданылды және оның үстіне RTP. Зерттеу барысында транспорттық деңгейде TCP протоколы атқарған байланыс орнату кадрлары ескерілген жоқ.

Заманауи байланыс желілерінің ең маңызды қызметтерінің бірі – мультисервистік желілерде дауыстық трафик бар. Дауысты Интернет-

протокол арқылы таратудың бірнеше артықшылықтары бар. Бұл – байланысқа шығынның аздығы, мультимедиялық қосымшаларда біріктірілген инфрақұрылым қолдану және т.б. VoIP қосымшасы дестелік коммутация желілерінің артықшылықтарын қолданады. Атап айтқанда, арналар коммутациясы желілеріндегі сапаны сақтай отырып, мұндай қосымшалар үшін желіні қолдану жоғары болады. Дегенмен, мультисервистік желілерде қолданылатын «максималды күш» (best effort) кідірістерге сезімтал дауыстық трафиктің талаптарына кепілдік бере алмауы мүмкін.

Дестенің тақырыбы бірнеше құраушылардан тұрады: стандартты тақырыбы, UDP-тақырыбы және RTP (нақты уақыт протоколы) тақырыбы. Комбинацияланған UDP/RTP тақырыбы.

Талап етілген тарату жылдамдығын айтарлықтай төмендету мақсатында арнада келесідей шаралар жүзеге асырылады:

кадр аралық болжау – болжанған және шынайы кескін арасындағы айырмашылық туралы ақпарат қана таратылады;

дискретті – косинусты түрлендіру ДКТ негізінде кодтау – ДКТ қолдану әсері кеңістіктік төменгі жиіліктер облысында таратылатын сигналдың энергия концентрафисымен байланысты;

қозғалыс компенсациясы – қозғалып тұрған кескінді таратын кадр аймағы белгіленуі мүмкін. Ары қарай, осы аймақтағы бүкіл кескінді таратудың орнына кескіннің сәйкесінше өзгерісі туралы ақпарат қана таратылады;

кадрларды өткізу – мәліметтерді таратудың қажетті жылдамдығымен қамтамасыз ету талаптарын орындау мақсатында таратылатын кадрлар арасында бір, екі немесе үш кадрды периодты түрде жойылып отыруы мүмкін.

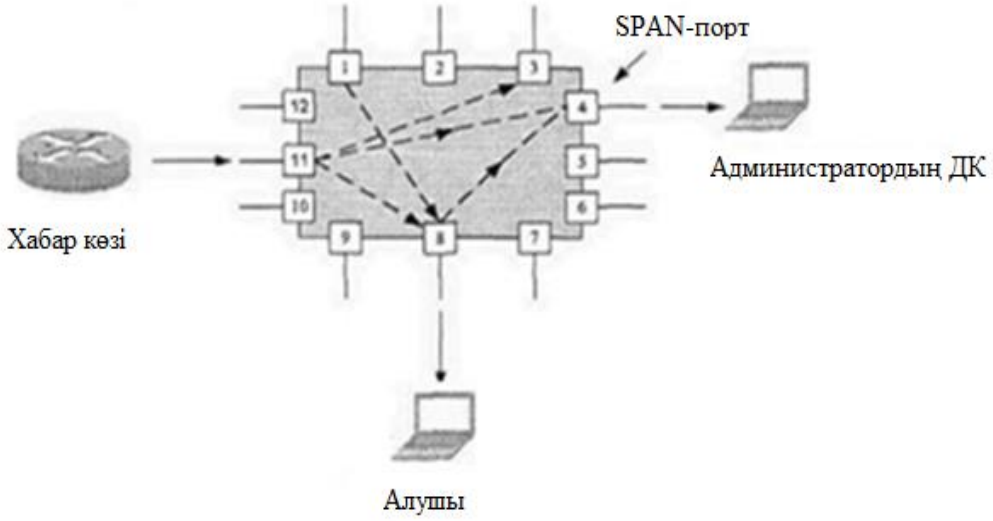
3.2 Нақты трафикті жалпылама бағалау

Зерттеліп отырған желі моделінің құрылымын негіздеу үшін өлшеулер барысында трафикке сандық талдау жасалынды. Осы мақсатта трафиктік сәйкес лог-файлында белсенділігі жазылған MAC-адрестер және оған сәйкес құрылғылар тіркелді. Трафиктің келесі сипаттамалары тіркелініп алынды.

Байт және десте түріндегі қосынды трафик таратушының MAC-адресі немесе қабылдаушының MAC-адресі сәйкес құрылғының MAC-адресіне қатысқан, сонымен қатар, сәйкесінше өлшеу барысында жазылынып алынған дестенің жалпы санынынан пайыздық қатынастағы шамалары немесе байт түріндегі қосынды саны.

Кіріс трафигі. Талдау барысында өлшеулер жүргізілген коммутаторға кіретін трафик ретінде жіктелген трафик. Дестелік түрде де, байт түріндегі қосынды көлем түрінде де жазылынып алынған.

Шығыс трафигі. Талдау барысында өлшеулер жүргізілген коммутатордан шығатын трафик ретінде жіктелген трафик. Берілген параметр десте түрінде және байт түріндегі қосында көлем ретінде келтіріледі.



3.1 сурет – Асимметрияны түсіндіретін схема

Алынған мәліметтерге сүйене отырып, өлшеу барысында жазылып алынған трафик кіріс – шығыс терминінде симметриялы емес деп айтуға болады. Осыны негізге ала отырып, өлшеу кезінде коммутаторға қосылған арналардың барлығы қосылмаған деп қорытындылаймыз. Мұндай ассиметрия келесі екі себептің бірінен туындауы мүмкін. Бірнеше порттар өлшеуге қосылмаған, бірақ оларға портқа коммутацияланған трафик келіп түскен. Нәтижесінде мұндай дестелер өлшеуде бір рет жазылып алынады. Сонымен қатар олар қате түрде коммутаторға кіретін десте ретінде жіктеледі.

Бірнеше порттар өлшеуге қосылған жоқ, бірақ оларға өлшеуге қатысатын порттар келіп түсетін трафик коммутацияланды. Нәтижесінде мұндай дестелер өлшеу барысында бір рет жазылып алынады. Сонымен қатар олар қате түрде коммутаторға кіретін десте ретінде жіктеледі. 4.1 суретте кіріс – шығыс терминінде асимметрияның туындау себебін түсіндіретін схема келтірілген.

4.1 суреттің ортасында көрсетілген коммутатор порттарына шартты түрде мәліметтерді таратын және қабылдайтын деп бөлінетін құрылғылар қосылған. Сонымен қоса 4 коммутатордың портында 8-сессия ашық. Бұл портқа қондырылған бағдарламалық қамтамасыз ету қосылған. SPAN-сессиясына 11 және 8 порттары қосылған. Ал 1 және 3 порттары SPAN-сессиясына қосылмаған. Сондықтан өлшеу кезінде SPAN-сессиясына қосылған трафик ғана жазылады, яғни 11 және 8. Егер трафик таратушы 11

портқа қосылған құрылғы, ал қабылдауш құрылғы 8 портқа қосылған болса, онда лог-файлда өлшенген трафикпен бірге 11 портқа кіретін 8 порттан шығатын трафик те жазылады. Егер трафикті қабылдаушы 3 портқа қосылған құрылғы болса (SPAN-сессиясына қосылмаған), онда өлшеу барысында бағдарлама-снифер жазатын лог-файлда тек 11 портқа келіп түскен трафик қана жазылады. Егер трафикті таратушы ретінде 1 портқа (SPAN-сессиясына қосылмаған) қосылған құрылғы, ал қабылдаушы 8 портқа (SPAN-сессиясына қосылған) қосылған құрылғы болса, онда жағдай керісінше болады: өлшенген трафиктің алынған лог-файлында 8 порттан таратушыға шығатын трафик қана жазылады, ал коммутатор кірісіндегі трафик жазылмайды.

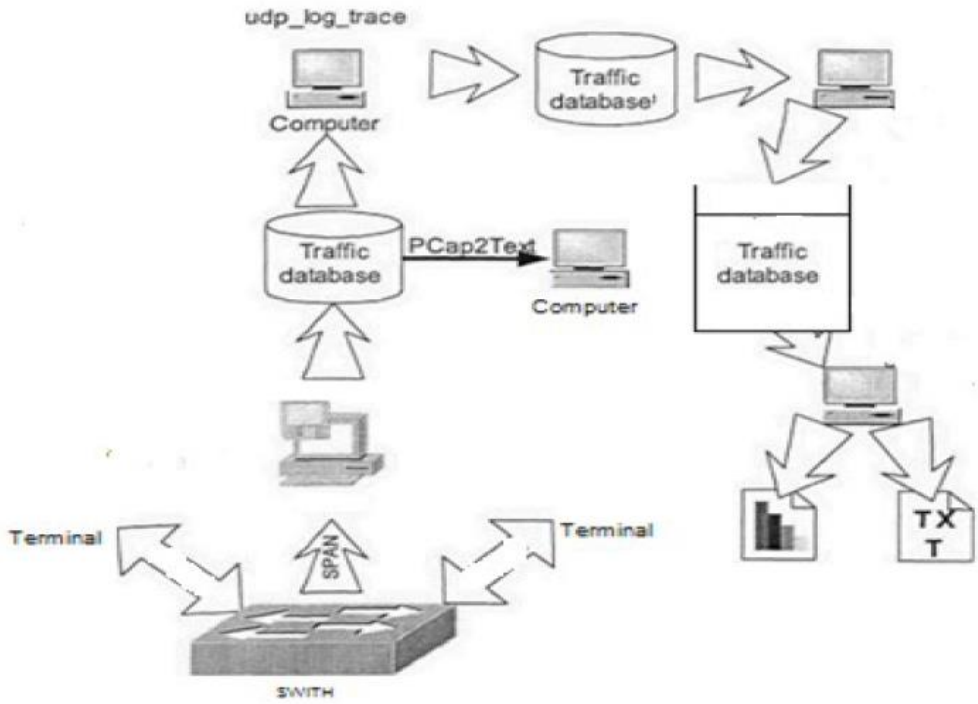
Ары қарай талдау барысында өлшейтін SPAN-портқа қайта жіберілген трафик порттары ғана қатысты. Сондықтан MAC-адресі бір рет анықталған құрылғысы бар арнадағы трафик талданды.

Екінші мысал ретінде 4.2 суретте трафиктің өлшенуі жүргізілген желінің жалпылама құрылымдық сұлбасы көрсетілген. Өлшейтін құрылғы коммутатор арқылы өлшенетін портқа өтетін трафикті тармақтау мақсатында SPAN-сессиясында құрылған коммутатор порттарының біріне қосылды.

1 қадам. Транзиттік сегменттің орталық коммутаторына трафик келіп түсу кезінде ол SPAN-портқа тармақталады және өлшейтін ДК қатқыл дискінде сақталады.

2 қадам. Өлшеу барысында алынған барлық мәліметтердің біріншілік талдауы болады. Жазылған лог-файлды өңдеу және экспорт үшін қолайлы түрге келтіру.

3 қадам. Алынған ақпараттардан статистикалық талдау жүргізіледі.



3.2 сурет – Бағдарламалық – аппараттық кешеннің құрылымы

Әрбір ақпарат көзі қаралып отырған уақыт мезетінде белсенді трафикті таратуға қатысатын арнаға түскен ақпарат.

3.3 Мультимедиялық трафиктің параметрлерін есептеу

Телекоммуникациялық желіліердегі трафик модельдерін сипаттаудың көптеген әдістері бар. Жалпы алғанда мультимедиялық трафик қызметтері кездейсоқ процесс болып табылады. Трафиктің лездік мәні – сәйкес трафик бірлік уақытта түрлендіретін ақпараттар блогының саны делік. Сондықтан жалпы алғанда B(t) кездейсоқ процессі $F_{B(t)}(x)$ үлестіру функциясымен сипатталады:

$$F_{B(t)}(x) = B_{ep}\{B(t)\cdot \Phi_x\} \qquad (3.1)$$

Әдетте мультимедиялық трафиктің параметрлерін анықтау мақсатында ITU-T ұсынуы анықтаған сипаттамалар қолданылады. Бұл сипаттамалар кездейсоқ процесстің интегралды параметрлерін сипаттайды.

Әртүрлі мультимедиялық қызметтерден түрленетін трафик сипаттамаларына төмендегілерді жатқызуға болады:

- трафик коэффициенті;
- шектік трафиктің орташа ұзақтығы;
- байланыс сеансының орташа ұзақтығы;

- трафик элементтерінің форматы;

- дестенің максималды, орташа, минималды өлшемдері;

Талдау бағдарламалық қамтамасыз етумен айналысатын және сол үшін мәліметтер базасын корпоративті желінің ішінде де, сыртында да қолданатын «Х» компаниясындағы корпоративті желісінде жүргізілді. Мәліметтерді таратудың макисмалды жылдамдығы 10 Мбит/с тең. Қолжетімді серверлердің ішінен көп уақыт бөлігінде максималды жүктемеде жұмыс жасайтын бір сервер таңдалынып алынды. Желідегі бұл сервердің негізгі функциясы: WEB-сервер, мәліметтер базасы сервері, файлдық сервер және басып шығару сервері болып табылады.

Тәулік ішіндегі трафик жүктеме қарқындылығына байланысты қосымша топтарға бөілнді.

- 02:00-ден 08:00-ге дейін – қарқындылығы төмен трафик жүктемесі;

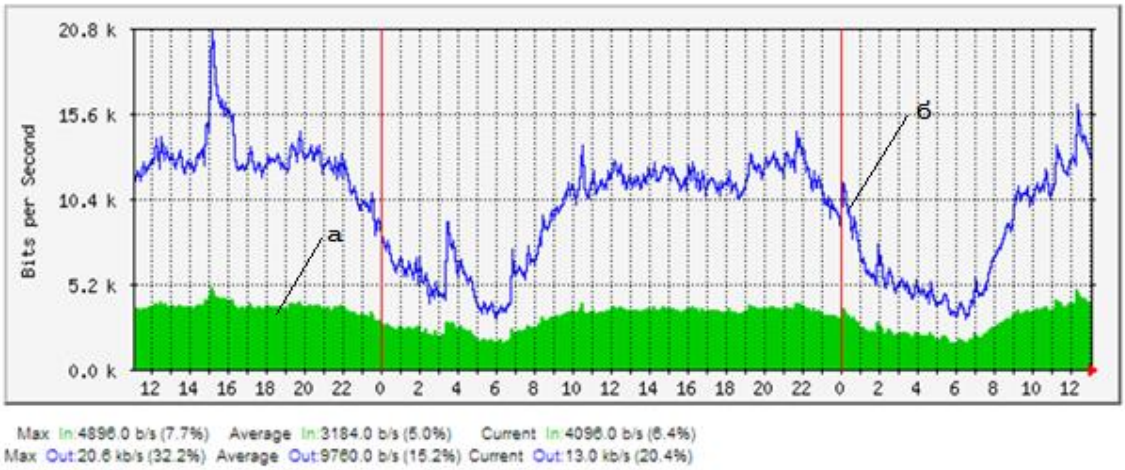
- 08:00-ден 14:00-ге дейін – қарқындылығы жоғары трафик жүктемесі;

- 14:00-ден 20:00-ге дейін – қарқындылығы орташа трафик жүктемесі;

- 20:00-ден 22:00-ге дейін – қарқындылығы максималды трафик жүктемесі.

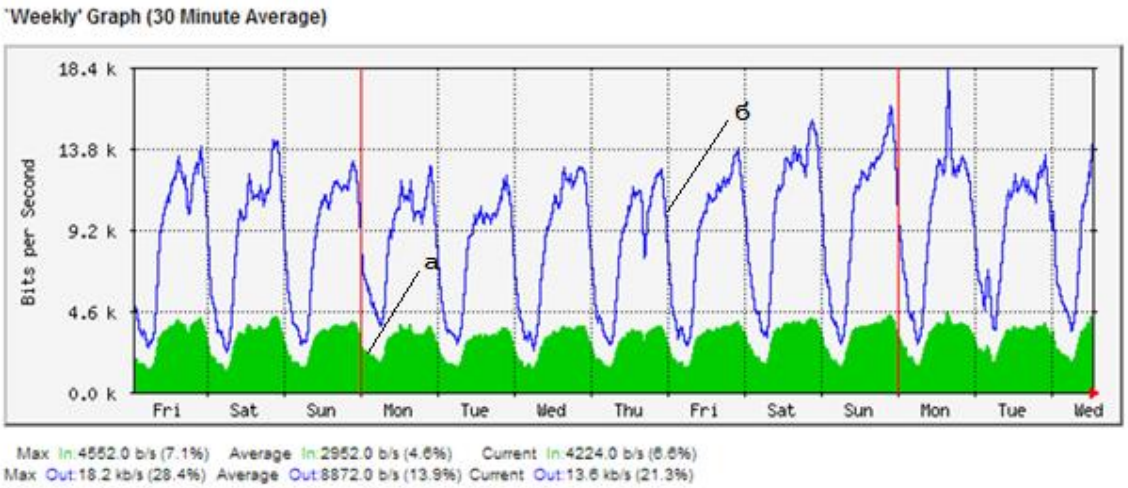
Тәулік ішіндегі мультимедиялық трафиктің парамерлерін анықтау үшін тәжрибелерден алынған нәтижелерді қолданамыз. Талдау мультисервистік желінің шығыс және кіріс трафигін зерттеу арқылы жүргізілді.

Өлшеулер нәтижесі:



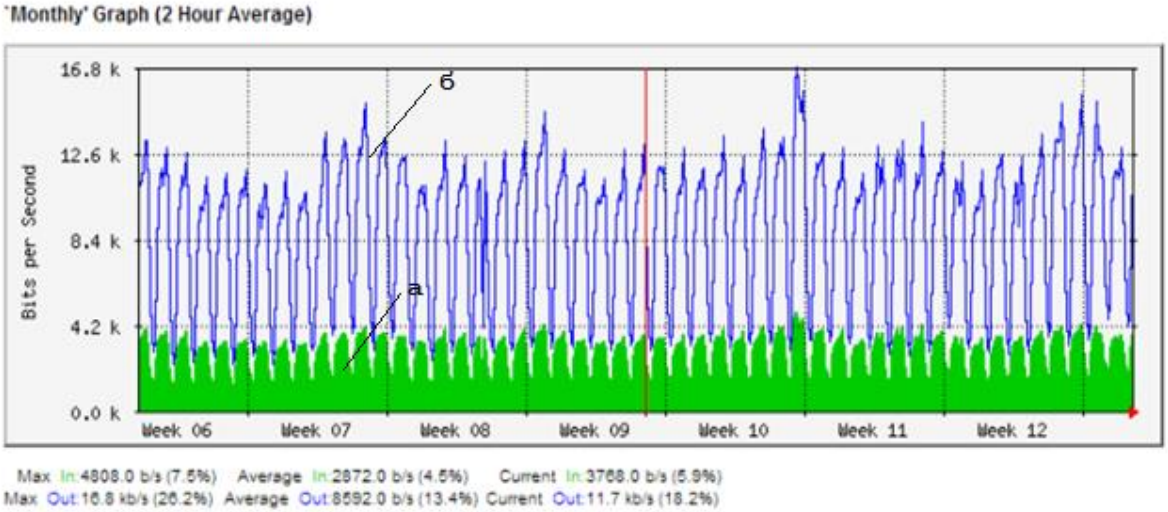
а) шығыс трафигі; б) кіріс трафигі

3.5 сурет – Тәулік ішіндегі желі трафигі:



а) шығыс трафигі; б) кіріс трафигі

3.6 сурет – 7 тәулік ішіндегі желі трафигі



а) шығыс трафигі; б) кіріс трафигі

3.7 сурет – 30 тәулік ішіндегі желі трафигі:

Алдымен мультисервистік желінің мультимедиялық трафик параметрлерін анқталды. Мультимедиялық трафиктің параметрлеріне трафиктің максималды, орташа, минималды, шектік мәндері жатады.

1 тәулік ішіндегі мультимедиялық трафиктің парамерлерін анықтау. Трафиктің максималды мәні $\hat{v}$. Сәйкес қызмет көрсету бірлік уақытта түрлендіретін ақпараттар блогының максималды саны мына формуламен анықталады:

$$\hat{v} = \max B(f) \qquad (3.2)$$

$$\hat{v}_{кіріс} = 4896{,}0 \text{ (б/с)}$$

$$\hat{v}_{шығыс} = 20{,}6 \text{ (кб/с)}$$

Трафиктің шектік мәні. Сәйкес қызмет көрсету трафигінің белгіленген шектік мәнінен асып кетуі $\tilde{v}$.

Трафиктің орташа мәні $\underline{v}$. Сәйкес қызмет көрсету бірлік уақытта түрлендіретін ақпараттар блогының орташа саны мына формуламен анықталады:

$$v = \frac{1}{T^{(S)}} \int_0^{T^{(S)}} B(t)dt \qquad (3.3)$$

мұндағы $T^{(S)}$ - байланыс сеансының ұзақтығы.

$$\bar{v}_{кіріс} = 3184{,}0 \text{ (б/с)}$$

$$\bar{v}_{шығыс} = 9760{,}0 \text{ (б/с)}$$

Трафиктің минималды мәні $\underline{v}$. Сәйкес қызмет көрсету бірлік уақытта түрлендіретін ақпараттар блогының ең аз саны мына формуламен анықталады:

$$\underline{v} = \min B(f) \qquad (3.4)$$

$$\underline{v}_{кіріс} = 2237{,}0 \text{ (б/с)}$$

$$\underline{v}_{шығыс} = 4248{,}0 \text{ (б/с)}$$

Трафик коэффициенті К. Сәйкес сервистің масималды және орташа трафиктің қатынасы ретінде анықталады.

$$K = \frac{\hat{v}}{\bar{v}} \qquad (3.5)$$

$$K_{кіріс} = \frac{4896}{3184} = 1{,}54$$

$$K_{шығыс} = \frac{20600}{9760} = 2{,}11$$

Шектің орташа ұзақтығы $T^{(P)}$. Жауап беретін қызмет көрсету шектік трафикті түрлендіруге кететін уақыт аралығының орташа ұзақтығы мына формуламен анықталады:

$$\overline{T}^{(P)} = \frac{1}{N^{(P)}} \sum_{i=1}^{N^{(P)}} T_i^{(P)} \qquad (3.6)$$

мұндағы $N^{(P)}$ - байланыс сенасы кезіндегі шектер саны;

$T_i^{(P)}$ - i – B(t) процессінің і-шегінің ұзақтығы.

І-шегінің ұзақтығы мына формуламен анықталады:

$$T_i^{(P)} = t_i^{(B)} - t_i^{(S)} \qquad (3.7)$$

мұндағы $t_i^{(B)}, t_i^{(S)}$ - і-шектің басталу және аяқталу мезеттері. Ол келесі формуламен анықталады:

$$t_i^{(S)} = \min t \qquad (3.8)$$

$$t_i^{(B)} = \min t \qquad (3.9)$$

мұндағы $t_0^{(B)}, t_0^{(S)} = 0$

$$\overline{T}_{кіріс}^{(P)} = 7 \cdot 60 = 420 \text{ (с)}$$

$$\overline{T}_{шығыс}^{(P)} = 10 \cdot 60 = 600 \text{ (с)}$$

Жоғарыда көрсетілген параметрлер бір байланыс сенасы ішінде абонент сервисімен сәйкес сервис трафигін сипаттау үшін қолданылады.

Сәйкес қызмет көрсетудің желі пайдаланушыларының қызмет көрсетуді алуға сауалдар қарқындылығы λ бірлік уақытта қызмет көрсетуге келіп түскен сауалдардың орташа саны.

Байланыс сеансының орташа ұзақтығы $\overline{T}^{S}$ - сәйкес қызмет көрсету келіп түскен сауалға қызмет көрсетуі уақыт аралығының орташа ұзақтығы.

Дестенің максималды өлшемі $\hat{s}$ - битпен өлшегендегі трафик элементінің ең үлкен өлшемі (трафик элементі адресатқа бүтіндей беріледі).

Дестенің орташа өлшемі $\overline{s}$ - битпен өлшегендегі трафик элементінің орташа өлшемі.

Дестенің минималды өлшемі $\underline{s}$ - битпен өлшегендегі трафик элементінің минималды өлшемі.

7 тәулік ішіндегі мультимедиялық трафиктің парамерлерін анықтау. Трафиктің максималды мәні $\hat{v}$. Сәйкес қызмет көрсету бірлік уақытта түрлендіретін ақпараттар блогының максималды саны мына формуламен анықталады:

$$\hat{v}_{кіріс} = 4552{,}0 \text{ (б/с)}$$

$$\hat{v}_{шығыс} = 18{,}2 \text{ (кб/с)}$$

Трафиктің орташа мәні $\bar{v}$.

$$\bar{v}_{кіріс} = 2952{,}0 \text{ (б/с)}$$

$$\bar{v}_{шығыс} = 8872{,}0 \text{ (б/с)}$$

Трафиктің минималды мәні $\underline{v}$.

$$\underline{v}_{кіріс} = 2357{,}0 \text{ (б/с)}$$

$$\underline{v}_{шығыс} = 2753.0 \text{ (б/с)}$$

Трафик коэффициенті К.

$$K_{кіріс} = \frac{4552}{2952} = 1{,}54$$

$$K_{шығыс} = \frac{18200}{8872} = 2{,}05$$

Шектің орташа ұзақтығы $T^{(P)}$.

$$\bar{T}^{(P)}_{кіріс} = 35 \cdot 60 = 2100 \text{ (с)}$$

$$\bar{T}^{(P)}_{шығыс} = 40 \cdot 60 = 2400 \text{ (с)}$$

30 тәулік ішіндегі мультимедиялық трафиктің парамерлерін анықтау. Трафиктің максималды мәні $\hat{v}$. Сәйкес қызмет көрсету бірлік уақытта

түрлендіретін ақпараттар блогының максималды саны мына формуламен анықталады:

$$\hat{v}_{кіріс} = 4808{,}0 \ (б/с)$$

$$\hat{v}_{шығыс} = 16{,}8 \ (кб/с)$$

Трафиктің орташа мәні $\bar{v}$.

$$\bar{v}_{кіріс} = 2872{,}0 \ (б/с)$$

$$\bar{v}_{шығыс} = 8592{,}0 \ (б/с)$$

Трафиктің минималды мәні $\underline{v}$.

$$\underline{v}_{кіріс} = 2437{,}0 \ (б/с)$$

$$\underline{v}_{шығыс} = 2697{,}0 \ (б/с)$$

Трафик коэффициенті К.

$$K_{кіріс} = \frac{4808}{2872} = 1{,}67$$

$$K_{шығыс} = \frac{16800}{8592} = 1{,}96$$

Шектің орташа ұзақтығы $T^{(P)}$.

$$\bar{T}^{(P)}_{кіріс} = 3 \cdot 60 \cdot 60 = 10800 \ (с)$$

$$\bar{T}^{(P)}_{шығыс} = 2 \cdot 60 \cdot 60 = 7200 \ (с)$$

3.4 Зерттеліп отырған желіні сипаттау

Тәулік ішіндегі трафик арнайы аралықтарға бөлінді. Өз өзіне ұқсастық коэффициенті трафиктің қарқындылығына, сонымен қатар таратылатын ақпарат түріне тәуелді деген пікір қалыптасқан. Шындығында, 02:00 – 08:00 уақыт аралығында трафик қарқындылығы өте төмен және бұл

пайдаланушылардың әрекетінің ерекшелігіне байланысты. Бұл уақыт аралығында Херст параметрі минимал мәнге жетеді. Жұмыс уақыты 08:00 басталады және трафик қарқындылығы жоғары емес, бірақ бұған қарамастан Херст параметрі мәні ұлғая бастайды. 20:00 – 02:00 аралығында бағдарламашылар жазылған бағдарламалық кодты автоматты режимде тестіден өткізе бастаған кезде сауалдар ағынының серверге қарқындылығы біршама өседі және Херст параметрі мәні 0,7 жетеді. Максималды қарқындылық кезіндегі (20:00 – 02:00) желілік трафигі өз өзіне ұқсастық дәрежесі өте жоғары болады.

3.5 R/S статистика әдісі бойынша Херст параметрін анықтау

R/S статистика әдісі бойынша Херст параметрін мына формула көмегімен анықтайды:

$$\frac{R}{S} = (aN)^H, \tag{3.11}$$

$$H = \frac{\log(R/S)}{\log(aN)} \tag{3.12}$$

мұндағы H – Херст параметрі;

S – аралықтар үшін N мүшесінің орташа квадраттық ауытқуы;

N – аралықтарға ұзындығы;

a – константа;

R – ауытқу құлашы.

1.$\{x_1, x_2, \ldots, x_k\}$ уақыттық қатары берілсін делік.

2. Біздің жағдайда N мәні 4 болсын делік.

3. N=4. Қатарды 5 аралыққа бөлеміз.

4. Әрбір аралық үшін орташа мәнді табамыз:

$$X_{cp} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i \ . \tag{3.13}$$

5. Әрбір аралық үшін орташа квадраттық ауытқуды табамыз:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N}\sum (x_i - X_{cp})^2}\,. \tag{3.14}$$

6. Ауытқу құлашын табамыз:

$$R = \max z_i - \min z_i\,, \tag{3.15}$$

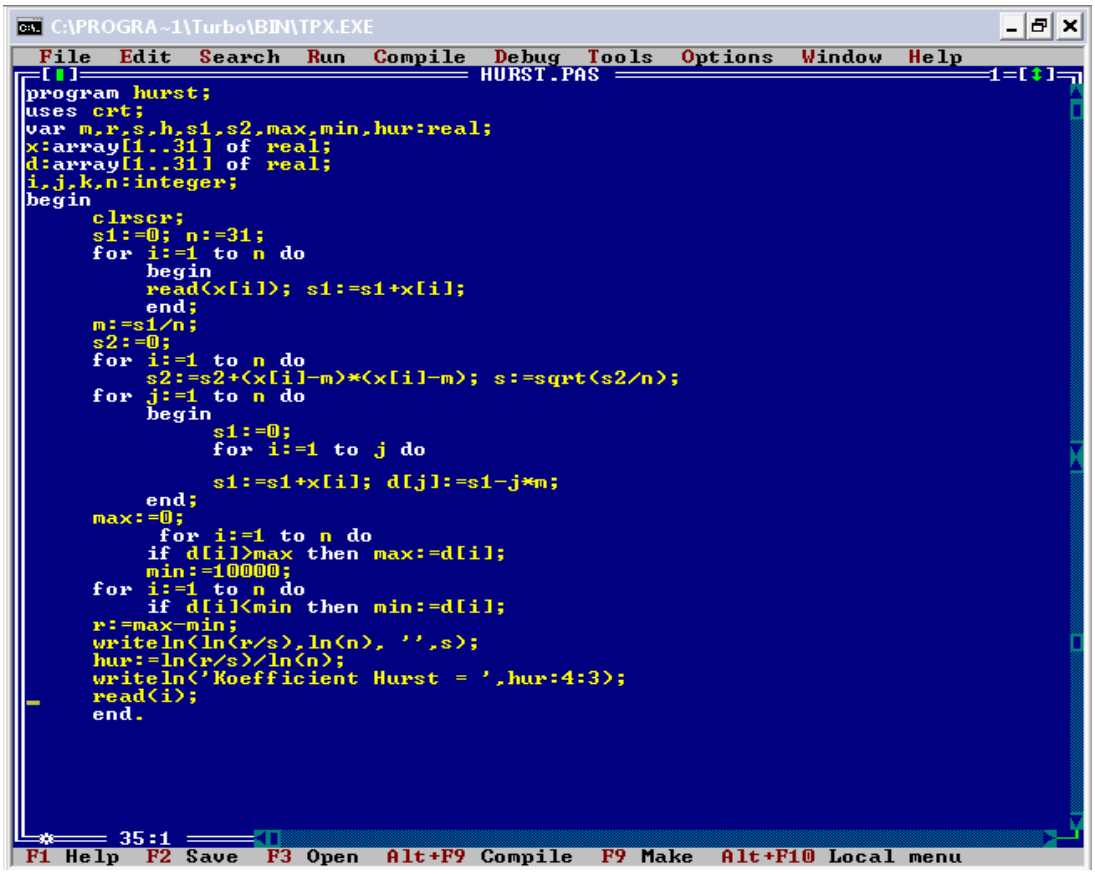
мұндағы $y_i = x_i - X_{cp.}$, $z_1 = y_1$, $z_i = y_{i-1} + y_i$

7. Әрбір аралық үшін R/S қатынасын анықтаймыз және орташа мәнін табамыз. N мәнін жазып аламыз және R/S орташасын табамыз.

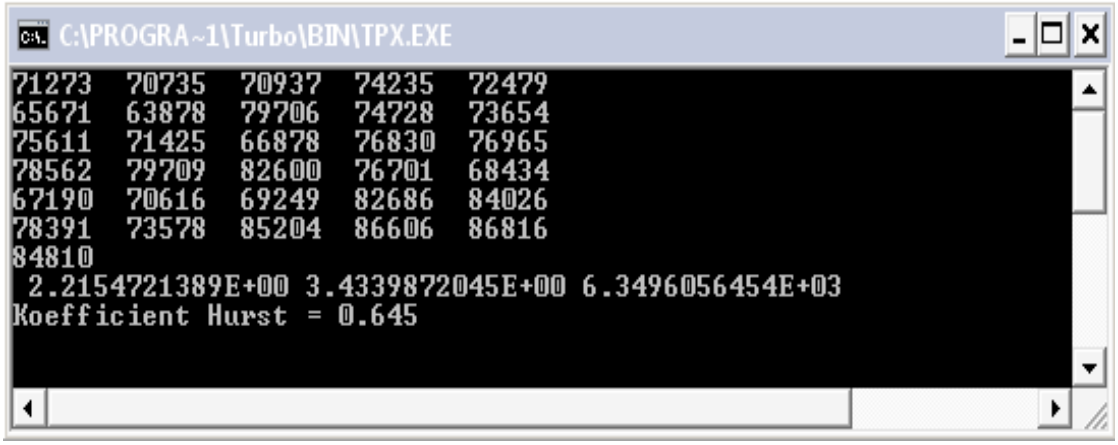
8. 2 пунктке қайта оралып, N = 5, 10 үшін әрекеттерді қайталаймыз.

$$\text{Log}\,(R/S)=H\bullet\text{Log}\,N - H\bullet\text{Log}\,a \qquad (3.16)$$

Есептеулерді Turbo Pascal бағдарламасы көмегімен жүргіздім. Бағдарлама листингі төменде келтірілген.



3.8 сурет – Бағдарлама листингі



3.9 сурет – Бағдарлама нәтижесі

3.6 Имитациялық кешеннің құрылымы

Имитациялық модельдеудің негізін мультисервистік трафикті зерттеу тәжрибелері құрайды. Ақпарат көздері өңдеуге ұшырады және олар үшін дестелік ағындардан нағыз трафик алынды. Өлшеулерде Cisco Systems өндірген құрылғылардың стандартты баптаулары қолданылды.

Периодтар ұзақтығы классикалық мультисервистік трафик болжағандай экспоненциалды үлестіруге сәйкес келмейтіндігі анықталды. Тәжірибелік мәліметтерге сүйене отырып алынған қосынды трафиктің ON/OFF-периодтарының үлестіру ұзақтығы экспоненциалды болмайды және модель ретінде «ауыр қалдық» үлестірулері қолданылу қажет. Ең кең тарағаны Парето үлестіруі:

$$w(x) - \frac{ab^a}{x^{a+1}}, \ \text{x} \geq \text{b үшін,} \qquad (3.10)$$

мұндағы a – Парето үлестіруінің форма параметрі;

b – масштаб параметрі.

Трафикті сипаттау үшін Парето үлестіруі қолданылды. Трафик көзінің параметрлерін дұрыс беру үшін нақты бар көздердің статистикалық сипаттамаларын бағалау жүргізілді. Берілген тапсырма үшін бірнеше серверде жүргізілетін трафиктер туралы ақпарат бөлінді. Барлық мекен – жайлар үшін трафик статистикасы бірдей деп алынды.

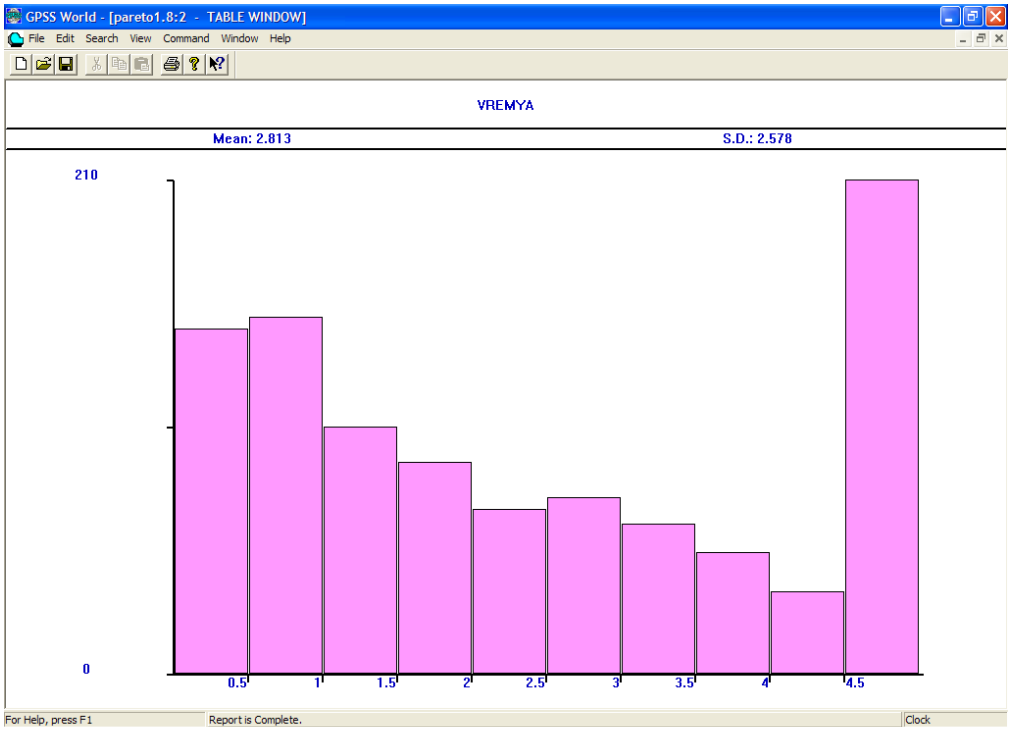
Алдында ұсынылған модельге сәйкес шақырулардың келіп түсу процессінің негізгі сипаттамаларының талдауын жүргізейік: шақырулардың ұзақтығы процессі (duration) және шақырулар келіп түсуі арасындағы интервалдар процессі (inter_time).

3.10 суретте шақырулар ұзақтығы кездейсоқ процессін жүзеге асырудың мысалы келтірілген (ұзақтық секундпен өлшенеді, ал абцисса осі бойынша келіп түскен шақырудың реттік номері көрсетілген). Гистограмманың орама жанаушысы түзу сызықтан ауытқитыны көрініп тұр. Бұл алынған үлестірудің экспоненциалды үлестіруден айырмашылығы бар екенін білдіреді.

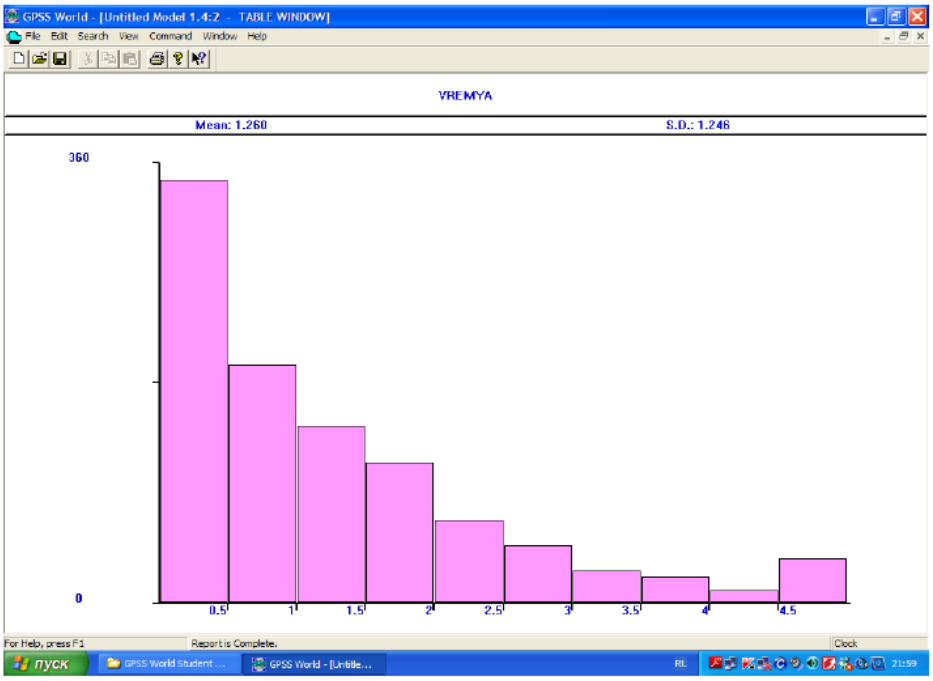
Кіріс трафигі Парето заңымен үлестірілген $\alpha = 1{,}2$, формулаға сәйкес Херст параметрі $H = 0.9$ болатын модельді қарастырайық. Қызмет көрсету уақыты экспоненциалды заң бойынша үлестірілген деп есептейік. Дестенің кезекте күту уақытының математикалық үміті 2,813 мс.,орташа квадраттық ауытқуы – 2,578.

3.10 суреттегі гистограмма «ауыр қалдық» үлестіруінің бар екенін көрсетіп тұр. Зерттеулердің көрсетуі бойынша модельдеу кезінде мұндай үлестіру үшін Парето үлестіруі қолданылуы мүмкін. Келіп түскен трафикті логнормалды заң бойынша үлетіру кезінде транзактардың (пакеттердің)

кезекте күту уақыты басқаша үлестіріледі (сурет 4.4). Дестенің кезекте күту уақытының математикалық үміті – 1,260 мс, орташа квадраттық уаытқуы – 1,246.



3.10 сурет - Шақырулар ұзақтығы кездейсоқ процессін жүзеге асыру гистограммасы



3.11 сурет – Кезекте күту уақытын үлестіру

3.11 суртте логнормалды заң бойынша келіп түскен трафик гистограммасы көрсетілген. Гистограмманың орама жанаушысы (огибающая) түзу сызықтан ауытқитыны көрініп тұр. Бұл алынған үлестірудің экспоненциалды үлестіруден айырмашылығы бар екенін білдіреді.

3.10 – 3.11 суреттерінде келіп түскен шақырулар арасындағы аралықтарды көрсететін кездейсоқ процессі келтілірген (ұзақтық секундпен өлшенеді, ал абцисса осі бойынша келіп түскен шақырудың реттік номері көрсетілген). Алынған мәліметтерде аномалды (қалыпсыз) бақылаулар бар, ал мәліметтердің негізгі бөлігі шамамен үш ретке аз шамаларға ие. Түнгі уақытта ақпараттарды тарату трафигінің қарқындылығы күндізгі уақытқа қарағанда біршама төмен болғандықтан оқиғалар арасындағы интервал күндізгі өлшеулерге қарағанда өсіп отырады.

3.7 Трафикті GPSS World ортасында модельдеу

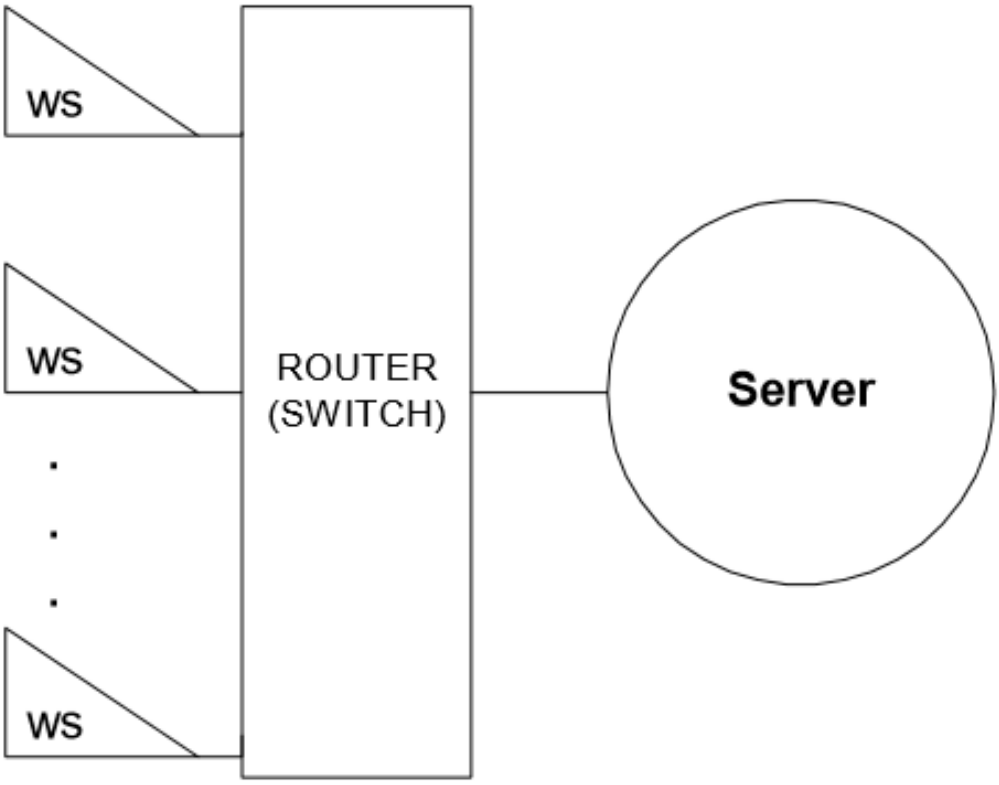
Дестелерді (ұяшық) коммутациялайтын жоғарғы жылдамдықты заманауи желілердің пайда болуымен әр түрлі қызмет көрсетулер және қосымшалардан тұратын жаңа және бұрыннан келе жатқан тарату және коммутациялау технологиясын біріктіру мәселесі туындады. Тәжрибелік тұрғыдан алғанда, байланыс желісінің өткізу қабілетін қолайлы дәрежеде дәл болжай алатындықтан, желілік трафикті болжау және желілердің өнімділігін талдау барысында трафиктік ағындардың стохастикалық модельдері кеңінен қолданылады. Сонымен қатар, статистикалық сипаттамаларын аппроксимациялаумен бірге бақыланып отырған трафиктің визуалды трафиктерін де қамтитын болса, трафик моделіне сенім арту ұлғаяды.

Дәстүрлі телефонияда трафиктің классикалық моделді жобалау және жүйенің өнімділігін талдау барысында өте жақсы жұмыс істейді. Бірақ та жоғары жылдамдықты коммуникалықлық желілердің келуімен (мысалы, B-ISDN) әр түрлі трафиктік қоспалар пайда болды. Кейбір B-ISDN-сервистерінде кеңінен қолданылатын пульстайтын трафик (негізінен қысылған видео және файлдарды тарату) дәстүрлі модельдердің қысқа уақытты және ұзақ уақытты тәуелділіктерге қатысты дәрменсіз екенін көрсетеді.

Мультисервистік трафик статистикалық өз өзіне ұқсас болғандықтан кеңінен қолданылатын модельдердің ешқайсысы бұл жүріс – тұрыс фракталын сипаттай алмайды. Мұндай жүріс – тұрыс жоғары жылдамдықты мультисервистік желілерде трафикті әзірлеу, басқару және талдау үшін салдарлары бар. Мұндай трафиктің ағынын біріктірілген меншікті ұқсастықты («дестелеуді») тегістеудің орнына ұлғайтады. Бұл автомодельдің қозғалыстың кризистік сипаттамасы уақыттық масштабта бірнеше миллисекундтан минутқа дейін ешқандай шашырау жоқ екенін көрсетеді.

Өз өзіне ұқсас кіріс трафигін модельдеу үшін тәжрибе барысында қолданылған трафикті сипаттайтын барлық басты параметрлерін беру қажет.

Зерттеліп отырған желі топологиясынан бізде маршрутизаторға қосылған серверге сауалдар жіберетін 350 жұмыс станциясы бар екені белігі. Сондықтан модельдеу үшін бізге 350 ON-OFF сауал көздері, бір маршрутизатор (жеңілдету үшін концентратор ретінде қарастырамыз) және жаппай қызмет көрсететін бір құрылғы (сервер) қажет.

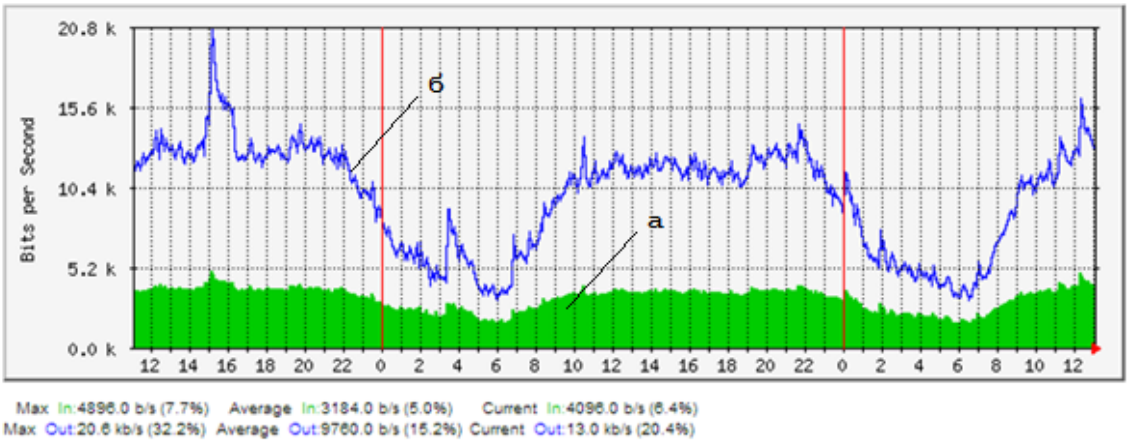


3.12 сурет – Талданып отырған желінің қарапайым схемасы

Мысал үшін тәжрибе барысында алынған тәулік ішіндегі трафикті алайық. Орташа шығыс трафигі 10 Мбит/с мәніне жетеді. Бұл арна 20% жүктелген дегенді білдіреді. Мұны ON-OFF көздерінің орташа жұмыстық қарқындылығы ретінде қолданамыз. Сондықтан, ON-периоды OFF-периодынан 5 есе кіші. GPSS функциясы параметрі α болатын Парето үлестіруін түрлендіруге мүмкіндік береді. Біздің тәжрибеде α = 1.4 тең, ал Херст параметрі H=0.645. орташаланған коэффициент m мәнін 1 – 10000 аралығында өзгертіп отырамыз. GPSS тіліндегі бағдарлама листингі төменде келтірілген.

Кіріс трафигі Парето заңымен үлестірілген α = 1,2, Херст параметрі H = 0.9 болатын модельді қарастырайық. Қызмет көрсету уақыты экспоненциалды

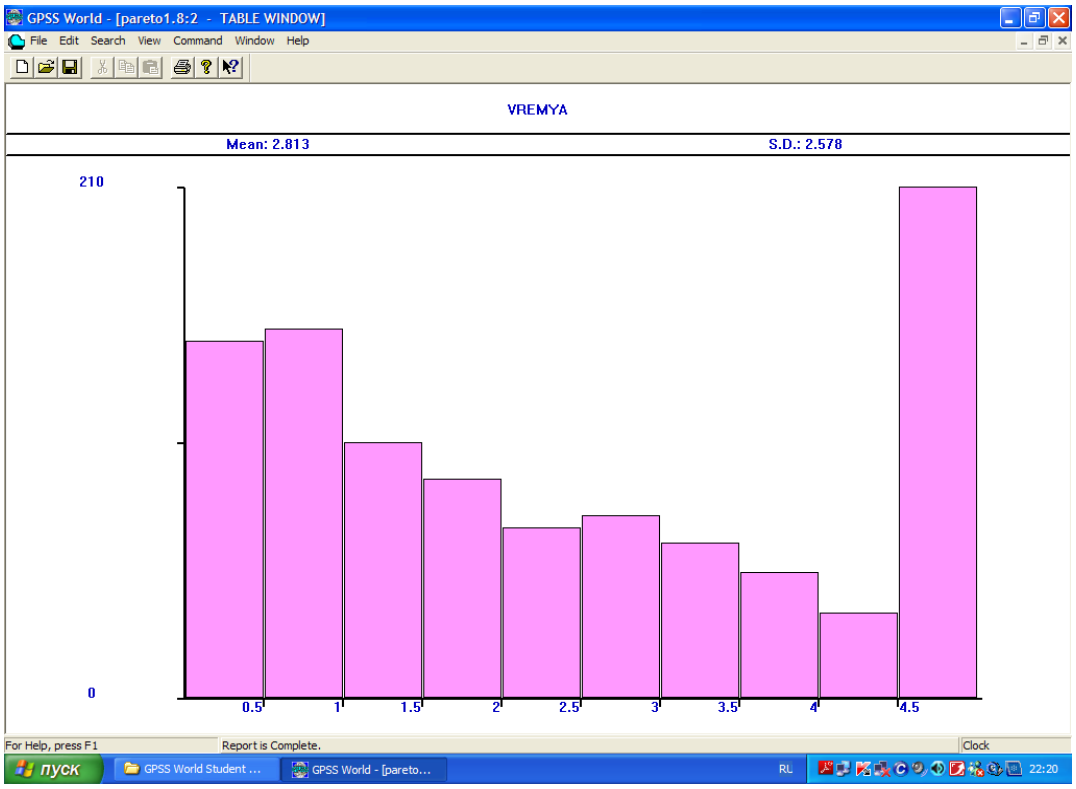
заң бойынша үлестірілген деп есептейік. Дестенің кезекте күту уақытының математикалық үміті 5,633 мс.,орташа квадраттық ауытқуы – 2,143.



а) шығыс трафигі; б) кіріс трафигі

3.13 сурет – Тәулік ішіндегі желі трафигі

3.14 суреттегі гистограмма «ауыр қалдық» үлестіруінің бар екенін көрсетіп тұр. Зерттеулердің көрсетуі бойынша модельдеу кезінде мұндай үлестіру үшін Парето үлестіруі қолданылуы мүмкін. Келіп түскен трафикті логнормалды заң бойынша үлестіру кезінде транзактардың (дестелердің) кезекте күту уақыты басқаша үлестіріледі (сурет 3.12). Дестенің кезекте күту уақытының математикалық үміті – 2,813 мс, орташа квадраттық ауытқуы – 2,578.



3.14 сурет – Кезекте күту гистограммасы

Желілік трафикті зерттеу нәтижелері көрсеткендей, мультисервистік желіг трафигін үлестіру – «ауыр қалдықты» (heavy-tailed distributions) деп аталатын үлестірулерге жататынын және шексіз дисперсияға ие болатындығын көрсетті. Мұндай үлестірулерге Парето және логнормалды үлестірулер жатады. Өзіндік трафикті модельдеу үшін Парето үлестіруін қолданады.

Парето үлестіруінің үлестіру функциясы:

$$F(x) = 1 - \left(\frac{\beta}{x}\right)^{\alpha} \tag{3.25}$$

мұндағы α – шекті немесе шексіз орташаға және дисперсияға ие бола ма, болмай ма соны сипаттайтын форма параметрі;

β – төменгі шекара параметрі (X кездейсоқ шамасының минималды мәні).

Парето үлестіруінің тығыздығы:

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta}\left(\frac{\beta}{x}\right)^{\alpha+1} \tag{3.26}$$

α параметрі және Херст параметрі H арасындағы байланыс:

$$H = \frac{3-\alpha}{2} \tag{3.27}$$

Демек, Парето үлестіруінің функциясын анықтау кезінде α параметрін таңдай отырып, модельденетін трафик үшін Херст параметрін алдын ала беруге болады.

Мультисервистік желі трафигі өз өзіне ұқсас қасиет нағыз «жарылыс» ұзындығы жоқ кезде пайда болады; бірнеше миллисекундтан минутқа дейінгі әрбір уақыт масштабында шашырау кіші пульстайтын периодтарға бөлінген пульстайтын периодтардан тұрады. Біз сонымен қатар, өз өзіне ұқсас деңгейі (жоғарыда айтып өткендей, Херст параметрі көмегімен анықталады). Мультисервистік желідегі арналарды қолдану деңгейіне тәуелді. Шындығында, желілік трафиктен дестелеу (өз өзіне ұқсас деңгейі) әдетте белсенді мәлімет көздерінің санын пропорционалды түрде арттырады.

Херст көрсеткіші H нормаланған ауқым R⁄S коэффициентімен байланысты, мұндағы R – сәйкес уақыт тізбегінің белгілі бір түрмен

есептелген «ауқымы», ал S – стандартты ауытқу. Егер H > ½ болса, онда белгілі бір жаққа бағытталған өткен шақтағы процесс динамикасы қозғалысын сол бағытта жалғастырады дегенді білдіреді. Егер H < ½, онда процесс бағытын өзгертеді. H = ½ анықталмағандықты білдіреді – броундық қозғалыс.

```
 ALFA      EQU 1.4
 TL1       EQU 5000
 TM1       EQU 1000
 TL2       EQU 100
 AGGM      EQU 1
 USTR      STORAGE 100
 PACK      FVARIABLE X$SUM1/X$I1
 DPPARETO  FVARIABLE PARETO(1,1,ALFA)
 DPPARETOL FVARIABLE TL1#PARETO(1,1,ALFA)
 DPPARETOM FVARIABLE TM1#PARETO(1,1,ALFA)
 TAB1      TABLE V$PACK,0,1,20
          INITIAL X$SUM1,0
          INITIAL X$I1,0
          INITIAL X$L3,0
 *** 1 blok ***
 GENERATE V$DPPARETO,,,35
 MET1      ADVANCE V$DPPARETOL
          ENTER USTR
          ADVANCE V$DPPARETOM
          LEAVE USTR
          TRANSFER ,MET1
 *** 2 blok ***
          GENERATE TL2
          SAVEVALUE SUM1+,S$USTR
          SAVEVALUE I1+,1
          TEST E X$I1,AGGM,MET2
          TABULATE TAB1
          SAVEVALUE L3,V$PACK
          SAVEVALUE SUM1,0
SAVEVALUE I1,0
MET2      SPLIT X$L3,MET3
          TERMINATE
*** 3 blok ***
MET3      TERMINATE
    *** 4 blok ***
          GENERATE 10000000
          TERMINATE 1
```

3.13 сурет – Бағдарлама листингі

Шындығында, желілік трафиктен дестелеу (өз өзіне ұқсас деңгейі) әдетте белсенді мәлімет көздерінің санын пропорционалды түрде арттырады.

3.1 кестеде GPSS World ортасында нақты және модельденген трафиктің сипаттамалары келтірілген.

3.1 кесте – Нақты және модельденген трафиктің сипаттамалары.

Желілік трафик	Херст көрсеткіші	Дисперсия
Нақты	0,7	0,003
Модельденген	0,645	0,008

```
GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.3.1


                    Wednesday, June 01, 2016 19:04:00

            START TIME           END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
                 0.000       10000000.000    19        0          1


               NAME                        VALUE
           AGGM                             1.000
           ALFA                             1.400
           DPPARETO                     10007.000
           DPPARETOL                    10008.000
           DPPARETOM                    10009.000
           I1                           10012.000
           L3                           10013.000
           MET1                             2.000
           MET2                            15.000
           MET3                            17.000
           PACK                         10006.000
           SUM1                         10011.000
           TAB1                         10010.000
           TL1                           5000.000
           TL2                            100.000
           TM1                           1000.000
           USTR                         10005.000


 LABEL               LOC  BLOCK TYPE     ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
                     1    GENERATE            35             0       0
MET1                 2    ADVANCE          17232            30       0
                     3    ENTER            17202             0       0
                     4    ADVANCE          17202             5       0
                     5    LEAVE            17197             0       0
                     6    TRANSFER         17197             0       0
                     7    GENERATE         99999             0       0
                     8    SAVEVALUE        99999             0       0
                     9    SAVEVALUE        99999             0       0
                    10    TEST             99999             0       0
                    11    TABULATE         99999             0       0
                    12    SAVEVALUE        99999             0       0
                    13    SAVEVALUE        99999             0       0
                    14    SAVEVALUE        99999             0       0
MET2                15    SPLIT            99999             0       0
                    16    TERMINATE        99999             0       0
MET3                17    TERMINATE       563274             0       0
                    18    GENERATE             1             0       0
                    19    TERMINATE            1             0       0


STORAGE             CAP. REM. MIN. MAX.  ENTRIES AVL.  AVE.C. UTIL. RETRY
DELAY
 USTR               100   95   0    15    17202   1    5.632  0.056    0    0
TABLE               MEAN    STD.DEV.       RANGE           RETRY FREQUENCY
CUM.%
 TAB1               5.633    2.143                            0
                                        _  -        0.000           265
0.27
                                   0.000  -        1.000          1360
1.63
```

```
                                    1.000  -        2.000          4726
6.35
                                    2.000  -        3.000          9560
15.91
                                    3.000  -        4.000         15355
31.27
                                    4.000  -        5.000         17898
49.16
                                    5.000  -        6.000         17895
67.06
                                    6.000  -        7.000         13887
80.95
                                    7.000  -        8.000          9523
90.47
                                    8.000  -        9.000          5376
95.85
                                    9.000  -       10.000          2618
98.46
                                   10.000  -       11.000          1061
99.52
                                   11.000  -       12.000           342
99.87
                                   12.000  -       13.000            94
99.96
                                   13.000  -       14.000            37
100.00
                                   14.000  -       15.000             2
100.00
SAVEVALUE                RETRY       VALUE
 SUM1                      0             0
 I1                        0             0
 L3                        0         4.000


CEC XN   PRI          M1      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER    VALUE
663306    0    10000000.000   663306      0      7


FEC XN   PRI         BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER    VALUE
    22    0    10000908.808     22      4      5
     4    0    10001051.902      4      4      5
    30    0    10001053.942     30      2      3
    27    0    10001194.737     27      2      3
    37    0    10001795.207     37      4      5
     1    0    10002127.161      1      2      3
    19    0    10002524.945     19      2      3
    31    0    10002893.682     31      2      3
    21    0    10003023.068     21      2      3
    20    0    10003075.293     20      2      3
    14    0    10003218.364     14      2      3
    17    0    10004329.694     17      2      3
    18    0    10004595.373     18      2      3
    32    0    10004877.093     32      2      3
    15    0    10005028.364     15      4      5
     9    0    10005398.626      9      2      3
    12    0    10007776.472     12      2      3
    33    0    10008264.968     33      2      3
    26    0    10008441.646     26      2      3
     6    0    10008883.191      6      2      3
    25    0    10009199.010     25      2      3
    24    0    10009317.877     24      2      3
     8    0    10011684.439      8      2      3
```

```
    23    0    10011976.171     23      2      3
    10    0    10012642.557     10      2      3
    36    0    10014172.203     36      2      3
     7    0    10014179.025      7      2      3
    34    0    10016593.116     34      2      3
    13    0    10022018.476     13      2      3
    16    0    10042890.394     16      2      3
    38    0    10056011.804     38      4      5
    29    0    10078341.169     29      2      3
    28    0    10137072.276     28      2      3
     5    0    10165027.456      5      2      3
    11    0    10306783.617     11      2      3
663311    0    20000000.000   663311      0     18
```

3.14 сурет – Бағдарлама нәтижесі

2 кестеде әр түрлі әдістермен Херст көрсеткішіне баға беру туралы мәліметтер келтірілген. Соның негізінде мультиплексирленген ағында бөлек ақпарат көзінің форма параметрінің өзгерісі бүкіл ағындағы өз өзіне ұқсас деңгейіне әсер етеді.

3.2 кесте – Херст көрсеткішіне баға беру

Тесттен өтіп отырған форма параметрін жүзеге асыру	Log-log коэффициент корреляции	Анализ иземенения дисперсии	R/S статистика
a = 2.0	H = 0.592	H = 0.544	H = 0.672
a =1.7	H = 0.758	H = 0.794	H = 0.684
a = 1.4	H = 0.7996	H = 0.8198	H = 0.811
a = 1.1	H = 0.828	H = 0.745	H = 0.884

Екі еселенген логрифмдік масштабтағы корреляция функциясы графигіне баға беруге негізделген әдіс форма параметрі төмендегенде Херст көрсеткіші өсетіндігін көрсетті, алайда теорема көрсеткендей динамикада емес. Дисперсия өзегрісін талдау корреляция коэффициенті графигіне жақын баға берді, дегенмен Херст көрсеткіші жоғары болған кезінде бұл әдіс дұрыс бағаламайтын болғандықтан, соңғы жүзеге асыру барысында Херст ккрсеткіші күрт төмендеді. R/S-статистикасының мәліметтерді талдауы үлестірудің форма параметрі төмендеген сайын Херст көрсеткіші тұрақты өсетінін көрсетті.

1 кестеде модельдеу кезінде алынған трафик көрсеткіштері тәжірибелік көрсеткіштермен мәні жақын екендігін көрсетті.

Алынған нәтижелерді қорытындылай келе, тәжірибе барысында алынған модельді қолдану тиімді болып табылады. Себебі модельдеу

барысында трафиктің қасиеттеріне жүргізілген талдау оның өз өзіне ұқсастық қасиетке ие екенін айқын көрсетті.

4 Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі

4.1 Еңбек шартын талдау

Оператордың (программист, менеджер және т.б.) еңбек шартының сипаттамасы. Бұл дипломдық жұмыстың басты мақсаты мультисервистік желілердегі трафик модельдерін талдау болып табылады.

Оператордың жұмысы компьютермен тікелей байланысты, сол себепті оларға еңбек өнімділігін төмендететін қосымша зиянды факторлар әсер етеді.

Бұл зиянды факторларға мыналар жатады:

- дұрыс ұйымдастырылмаған жарықтандыру;
- микроклиматтың бұзылуы;
- кернеудің болуы.

Жарықтың жеткіліксіз мөлшерде немесе жеткіліксіз сапада болуы көздің және жалпы бүкіл ағзаның шаршауына, травматизмге, еңбек өнімділігінің төмендеуіне алып келеді.

Бөлменің қолайлы шарттарын келесі параметрлер анықтайды: бөлмедегі ауаның температурасы; ауаның салыстырмалы ылғалдылығы; ауаның жылдамдығы. Бұл параметрлер жекеше және комплексті түрде адамның ағзасына үлкен әсерін тигізеді. Бөлмеде оңтайлы микроклимат ағза мен қоршаған орта арасындағы жылулық тепе-теңдікті ұстап тұруға мүмкіндік береді.

МЕСТ 12.1.005-88 ССБТ «Жұмыс дәрежесіне байланысты оңтайлы және рұқсат етілген микроклимат» стандартына сәйкес, офистік бөлмедегі қызметкерлер жұмысы жеңіл ауырлылыққа жатады, себебі құрылғылар компьютер көмегімен басқарылады.

Оператордың нормаланған жұмыс шарттарын ұйымдастыру үшін өндірістегі микроклимат нормалар қатары бекітілген. Компьютермен жұмыс жасайтын бөлмеде климаттық шарттарды қадағалау қажет.

Жылдың суық мезгілі үшін:

- оңтайлы температура 22-24 С˚, рұқсат етілген температура 18-26 С˚;
- салыстырмалы ылғалдылық 40-60 %, рұқсат етілген ылғалдылық 75%;
- ауаның оңтайлы және рұқсат етілген қозғалу жылдамдығы 0,1 м/с-қа дейін;

Жылдың жылы мезгілі үшін:

- оңтайлы температура 23-25 С˚, рұқсат етілген температура 20-30 С˚;
- салыстырмалы ылғалдылық 40-60 %, рұқсат етілген ылғалдылық 55%;
- ауаның оңтайлы және рұқсат етілген қозғалу жылдамдығы 0,2 м/с-қа дейін.

Офистік бөлменің өлшемдері; ұзындығы А = 4 метр, ені В = 3,5 метр, биіктігі Н = 3 метр. Бөлме ғимараттың 7 қабатында орналасқан.

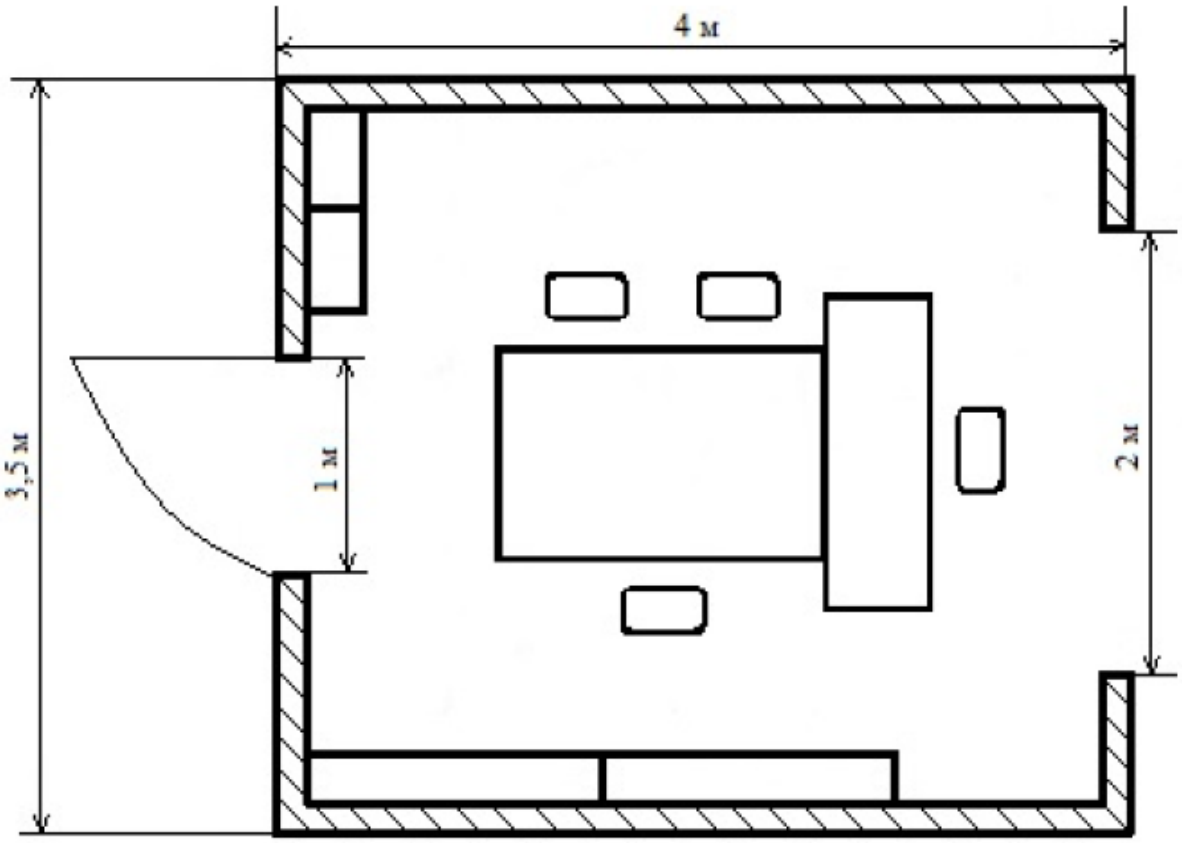
4.1 суретте офистің жұмыстық бөлмесі көрсетілген.

Оператордың жұмыс орнында оңтайлы жұмыс шарттары қамтамасыз етілуі үшін қажет:

- кең жұмыс орны;
- жеткілікті деңгейде табиғи және жасанды жарық көздері;
- рұқсат етілген деңгейде шу мен вибрация;
- қажетті қорғану құралдары (ЖК-дисплейлерде щиттердің болуы, өрт сөндіргіштер) және т.б.

Оператордан құрылғылардың арақашықтығы келесідей: оператордың көзінен экранға дейінгі арақашықтақ 700 мм (оңтайлы 450 – 500 мм) болатын дисплей. Оператор негізінен компьютермен жұмыс істегендіктен жұмыс орны құрамы келесі компоненттерден тұрады:

- үстел;
- эргономикалық үстел;
- шкаф;
- дербес компьютера;
- коммутатор D-Link DGS-1210-28P.



4.1 сурет – Жұмыстық бөлме.

4.2 Бөлменің жасанды жарықтандыру жүйесін есептеу

Офистік бөлмеге терезеден тәуліктің қараңғы уақытында және КЕО көрсеткіші нормативке сай келмейтін кезде жұмыс жасауға мүмкіндік беретін табиғи жарық көзі түседі. Кәсіпорынның жасанды жарық көзі адамның көзіне, физикалық және моральды күйіне, яғни еңбек өнімділігіне, нақтырақ айтқанда, өнімнің сапасына және жұмысты орындауға қатты әсерін тигізеді.

Қолайлы еңбек шарттарын ұйымдастыру үшін өндірістік жарық арнайы талаптарға сәйкес болуы қажет:

- ҚНмЕ ҚР 2.04-05-2002 «Табиғи және жасанды жарық көзі. Жалпы талаптар» стандартына сәйкес жұмыс орнының жарық көзі орындалатын жұмысқа қарай идеал түрде ұйымдастырылған болуы қажет;
- жұмыс аймағындағы жарықтықтың бөлінуі біркелкі болуы қажет;
- жұмыс бетінде қою көлеңкелер болмауы тиіс;
- түстарату дұрыс жеткізілу үшін жарық көзі жарық спектрінің қажетті құрамымен қамтамасыз етуі қажет;
- жарық көзі зиянды әсерін тигізетін басқа факторлардың көзі ретінде қолданылмауы керек, сонымен қатар электроқауіпсіз және өртке қауіпсіз болуы қажет.

Жасанды жарықты табиғи жарық көзі жетіспеген жағдайда қолданады. Жасанды жарықтандыру түрлі жарық көздерін қолдану арқылы жүзеге асырылады. Жасанды жарықтандыруды нормалау көзге ауыртпалықтың түсуіне және жарық көзінің түріне сәйкес жұмыс орнында жарықтандыруды ұйымдастыру ҚНмЕ ҚР 2.04-05-2002 сәйкес жүзеге асырылады.

Көзге ауыртпалықтың түсуі белгілі параметрлер арқылы сипатталады:

- ажырату объектісінің өлшемі – жұмыс барысында белгілеу керек ең кіші өлшем;
- фон – қаралып отырған ажырату объектісіне тірелетін бет. Фон беттің түсіне және фактурасына тәуелді шағылысу коэффициентімен (δ) сипатталады. Фон $\delta > 0,4$ болағнда жарық, $0,2 < \delta < 0,4$ – орташа, $\delta < 0,2$ – қара болып саналады.
- объекттің контрасты (К) – фонның және объекттің шағылысу коэффициенттерінің айырмасының фонның шағылысу коэффициентінің абсолют шамасына қатынасымен сипатталады. Контраст $К < 0,2$ мәніне ие болғанда аз, $0,2 < К < 0,5$ – орташа, $К > 0,5$ – үлкен болып саналады.

Жасанды жарықтандыруды есептеу жарық көзінің түрін таңдаудан, шамдардың орналасуын және техникалық есептеуден тұрады.

Ұзындығы А = 4 м, ені В = 3,5 м, биіктігі Н = 3 м болатын бөлменің жалпы жарықтандыруын есептейік. Көзге түсетін ауыртпалықтың разряды – III жоғарғы дәлдік. Нормаланған жарықтандыру – 300 лк. Бөлмеде қуаты – 35 Вт, жарық ағыны – 3500 лм, ұзындығы – 1200 мм, ені – 200 мм болатын СД-40TL люминесценттік лампасын қолданамыз.

Бөлменің төбесінен шамның төменгі бөлігіне дейінгі биіктік:

$$h_c = H - r \qquad (4.1)$$

мұндағы r – шамның биіктігі.

$$h_c = 3{,}2 - 0{,}2 = 3{,}0 \text{ (м)}.$$

Жұмыс бетінің биіктігі – 1 м.

Бетке жарық түсіретін шамның биіктігі:

$$h = H - h_P - h_c \tag{4.2}$$

$$h = 3 - 1 - 0{,}2 = 1{,}8 \text{ (м)}$$

Шамдардың арақашықтығы:

$$L = \lambda h \tag{4.3}$$

мұндағы $\lambda = 1{,}2 \div 1{,}4$.

$$L = 1{,}2 \cdot 1{,}8 = 2 \text{ (м)},$$

Бөлме индексі I мына формула бойынша анықталады:

$$I = \frac{A \cdot B}{h(A + B)} \tag{4.4}$$

Пайдалану коэффициенті $\eta = 0{,}67$ кестеден алынады.

$$I = \frac{4 \cdot 3{,}5}{1{,}8 \cdot (4 + 3{,}5)} = 0{,}99$$

Жарық көзі ретінде қуаты 35 Вт құрайтын екі лампаға есептелген СД-40TL шамы алынды. Шамның ұзындығы – 1200 мм, ені – 200 мм. Бір лампасының жарық ағыны 3500 лм құрайды.

Шамның сәулелендіретін жарық ағыны:

$$\Phi_{\text{св}} = \Phi_{\text{л}} \cdot 2 = 3500 \cdot 2 = 7000 \text{ (лм)}$$

Шамдар санын анықтайық:

$$N = \frac{E \cdot K_з \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_л \cdot \eta} \tag{4.5}$$

мұндағы S – бөлменің ауданы, $S = 14$ м^2; ;

$К_з$– қор коэффициенті, $К_з = 1{,}8$;

E – берілген минималды жарықтандыру, E = 300 лк;

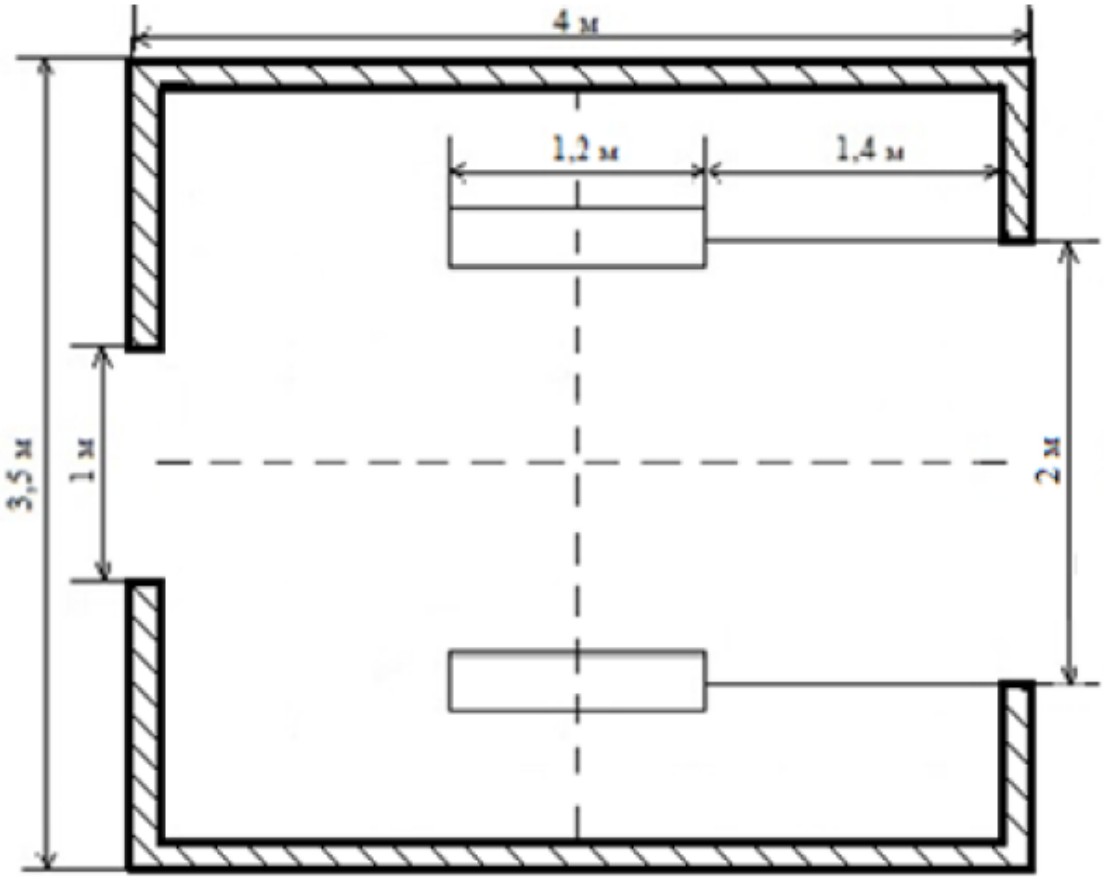
Z – жарықтандырудың бірқалыптылық коэффициенті, Z = 1,2;
n – шамдағы лампалар саны, n = 2;
$Ф_л$– таңдап алынған лампаның жарық ағыны, $Ф_л = 3500$;
η – пайдалану коэффициенті, η = 0,64.

$$N = \frac{E \cdot K_з \cdot S \cdot Z}{n \cdot Ф_л \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1{,}8 \cdot 14 \cdot 1{,}2}{2 \cdot 3500 \cdot 0{,}67} = \frac{9072}{4690} = 1{,}934 \approx 2 \text{ (св.)}.$$

Жасанды жарықтандыруды есептеу жарық көзінің түрін таңдаудан, шамдардың орналасуын және техникалық есептеуден тұрады.

4.2 суретте бөлмедегі шамдардың орналасуы көрсетілген.

Қорытындылай келе, нормаланған жарықтандыру ұйымдастыру үшін бізге төрт лампалы екі СД-40TL шамы қажет. Қолданылатын жарық көздері үнемді, әрі ыңғайлы болуы керек. Люминисценттік шамдар қойылатын талаптарға сай келеді деп есептеледі. Олардың жарықтандыруы қыздырғыш шамдарға қарағанда жоғары, және берілетін жарықтың спектрлік құрамы табиғи жарықтың спектріне жақындау келеді. Қыздырғыш шамдарға қарағанда люминисцентті шамдар жылу көзі болып табылмайды, яғни бөлме ауасын қосымша қыздырмайды және олар жарықтандыру беті кең, түзу жарық көзі болып табылады. Сәулелері үлкен көлеңкелер туғызбайды. Қолданылуы 2-2,5 есе арзанға түседі.



4.2 сурет – Бөлмедегі шамдардың орналасуы.

4.3 Желдеткіш таңдау

Өндірістік орындарда оңтайлы метеорологиялық жағдай жасау үшін өндірістік желдетулердің ең мүлтіксіз түрі – ауаны кондиционерлеу (желдету) қолданылады. Ауаны кондиционерлеу дегеніміз өндірістік бөлмені сыртқы жағдайлардың өзгерісіне және бөлме ішіндегі режимдерге қарамастан берілген метреологиялық жағдайларды ұстап тұру мақсатында ауаны автоматты түрде өңдеу. Кондиционерлеу кезінде ауаның температурасы, оның салыстырмалы ылғалдылығы және жыл мезгіліне байланысты сыртқы метреологиялық жағдайлардың және бөлмедегі технологиялық процесстердің сипаттамасын бөлмеге беру жылдамдығы автоматты түрде реттеліп отырады. Ауа микроклиматының санитарлық нормалармен қамтамасыз етуден басқа кондиционерлер ионизациялау, дезодорациялау, озондау және т.б. жүзеге асырылады. Желдету жүйесін есептеу ҚНмЕ ҚР 4.02-05-2001 «Жылыту, желдету және кондиционерлер» нормалары бойынша жүзеге асырылады.

Бөлменің көлемі:

$$V_б = 4 \cdot 3{,}5 \cdot 3 = 42\ (м^3)$$

Жылу балансының теңдеуін қолдана отырып, айырбас үшін қажетті ауа көлемін табамыз:

$$V_{вент} \cdot C(t_{шыг} - t_{кіріс}) \cdot Y = 3600 \cdot Q_{артык} \quad (4.6)$$

мұндағы $Q_{артык}$ – артық жылу (Вт);

С = 1000 – ауаның меншікті жылу өткізгіштігі (Дж/кгК);

Y = 1.2 – ауаның тығыздығы (мг/см).

Сыртқа шығарылған ауаның температурасы:

$$t_{\text{шығ}} = t_{р.м.} + (\text{Н} - 2) \cdot t \quad (4.7)$$

мұндағы t = 1-5 градус – температураның t асып кетуі бөлменің 1 м биіктігіне;

$t_{р.м.}$ = 25 градус – жұмыс орнындағы температура;

Н = 3 м – бөлменің биіктігі;

$t_{кіріс}$ = 18 градус.

$$t_{\text{шығ}} = 25 + (3 - 2) \cdot 3 = 280$$

$$Q_{\text{артық}} = Q_{\text{артық1}} + Q_{\text{артық2}} + Q_{\text{артық3}} \quad (4.8)$$

мұндағы $Q_{\text{артық}}$ – электр құрылғыларынан және жарықтандырудан бөлінген жылу.

$$Q_{\text{артық1}} = E \cdot p, \quad (4.9)$$

мұндағы Е –жылу қайтарғышқа кеткен электр энергиясының шығыны (жарықтандыру үшін Е=0.55);

р – қуат, жасанды жарықтандыру жоқ болғандықтан, р = 0 Вт.

$Q_{\text{артық1}}$ = 0 Вт

$Q_{\text{артық2}}$ – күннің радиациясынан келетін жылу;

$$Q_{\text{артық1}} = m \cdot S \cdot k \cdot Q_{\text{т}}, \quad (4.10)$$

мұндағы m – терезелер саны, m = 3; 69

S – терезе ауданы, S = 2 · 3 = 6 м^2;

k – шынылануды ескеретін коэффициент. Екі еселенген шынылану үшін k = 0.6;

$Q_{\text{т}}$ = 127 Вт/м – терезеден түсетін жылу.

$$Q_{\text{артық2}} = 3 \cdot 6 \cdot 0.6 \cdot 127 = 1371.6 \text{ (Вт)}$$

$Q_{\text{артық3}}$ – адамдардан бөлінетін жылу:

$$Q_{\text{артық3}} = n \cdot q \tag{4.11}$$

мұндағы q = 80 Вт/адам, n – адам саны, n = 4

$$Q_{\text{артық}} = 0 + 1371.6 + 320 = 1691.6 \text{ (Вт)}$$

Жылу балансының теңдеуінен:

$$V_{\text{желд}} = \frac{3600 \cdot 1691{,}6}{1000 \cdot (28 - 18)} = 609 \text{ (м}^3\text{)}$$

Ауаны желедеткішпен желдету оңтайлы вариант болып табылады. Желдеткіш жұмыстық бөлмеде оңтайлы климатты бір қалыпта ұстап тұруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар ауаның сууын, берілген температураны бір қалыпта автоматты ұстап тұруды, ауаны шаңдардан тазартуды, ауадан ылғалдылықты кетіруді, қоршаған ортамен ауа алмасуды қамтамасыз етеді. Желдеткіш әдетте жылдың ыстық мезгілдерінде жұмыстық бөлмедегі ауа температурасын төмендету үшін қолданылады. Табылған желдету көлемі үшін LG фирмасының S30LHP Сплит кондиционер жүйесін таңдаймыз (суу және жылыту).

Желдеткіштің техникалық сипаттамалары 4.1 кестеде келтірілген. Техникалық сипаттамасында желдеткіш моделі, тұтынылатын қуат, қызмет көрсетілетін аудан және желдеткіштің өлшемдері көрсетілген.

4.1 кесте - LG S30LHP желдеткішінің техникалық сипаттамалары.

Желдеткіш моделі	LG S30LHP
Тұтынылатын қуат, Вт	8900
Номиналды ауа ағыны, куб.м/сағ	1260
Қызмет көрсетілетін аудан, кв.м	89
Өлшемдері, мм	349x1259x205

4.4 Өрт қауіпсіздігін талдау

Қарастырылып отырған бөлмеде сапасыз оқшаулау кесірінен болатын қысқа тұйықталудың салдарынан электр құрылғылары өрттің туындауына себеп болуы мүмкін. Немесе басқа да ішкі себептер салдарынан тууы мүмкін (бүкіл ғимаратта немесе көрші бөлмеде өрттің шығуы).

Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін өрттен қорғанудың мынадай шаралары іске асырылады: ұйымдастырушылық, пайдаланушылық, техникалық және режимдік.

Ұйымдастырушылық шаралар құралдардың дұрыс пайдалануын, бөлмені дұрыс сақтауды, өрт сөндіретін құралдардың болуын, өрт

сигнализациясының болуын, қызмет көрсететін қызметкерлерде өртке қарсы инструктажының болуын қарастырады.

Техникалық шаралар: өртке қарсы ережелердің, электр жабдықтарының және электр құрылғыларын пайдалану кезінде нормалардың орындалуын және құралдардың дұрыс орналасуын қарастырады.

Режимдік шараларға: рұқсат етілмеген орындарда темекі тартуға, өртке қауіпті орындарда сваркалық немесе басқа да жұмыстардың орындалуына тыйым салу жатады.

Пайдаланушылық шаралар өз уақытылы профилактикалық тексерістер, ремонттар және технологиялық құрылғыларды сынақтан өткізу болып табылады.

Өрттің алдын алу үшін бөлмеде мынадай құрылғылармен жабдықталуы қажет:

1. Өрт сигнализациясы қондырғысы;

2. ОП-8 өрт сөндіргіші;

3. Адамдарды түтін мен өрттің салдарынан пайда болған улы иістерден қорғау үшін түтінге қарсы желдеткіштер. Мұндай жүйелер түтіннің пайда болуымен автоматты түрде немесе қолдан қосылады. Желдеткіштер бөлмедегі ауадан 48% зиянды қоспаларды кетіреді.

ҚНмЕ 2.04.09-84 стандартына сәйкес өрттің пайда болуының себептері:

- техниканың жануы;

- сөндіргіштер мен розеткалардың ақауына байланысты жану;

- құрылғыларды эксплуатациялау режимдерін қадағаламау және қызметкерлер тарапынан бұзушылықтар.

Өрттен бөлме, құрылғылар және компания қызметкерлері зардап шегуі мүмкін. Кез келген кәсіпорында өрттің алдын алу шаралары болуы қажет. Өрттің шығу себептеріне техникалық қызмет көрсететін компьютерлер, электрқоректері, ауа желдеткіштері және т.б. жатуы мүмкін.

Электрлік өрт сигнализациясы келесі құрылғылардан тұрады: хабарлағыш – құрылғылар, тәулік бойы күзетілетін бөлмеде өрт сигнализациясының қабылдағыш пункті. Байланыс объектілерінің көбісі Б категориясына жатады.

Хабарлағыш ретінде ДИП-3 түтінді өрт хабарлағышы қолданылады.

Бөлме биіктігі 3,0 м болған кезде, 1 хабарлағыш бақылай алатын аудан 10 $м^2$ тең.

ДИП-3 санын келесі формуласы бойынша анықтаймыз:

$$М = Ц \cdot \frac{S}{S_0}, \qquad (4.12)$$

мұндағы Ц – жақын бүтін санға дейін дөңгелектеу;

S – бөлме ауданы;

S_0 – бір ДИП-3 бақылай алатын аудан.

$$М = Ц \cdot \frac{14}{10} = 1{,}4 = 2$$

Бөлмеде 2 хабарлағыш орнатамыз. Хабарлағыш пульті ретінде бөлмеде «Топаз – 3М» пультін орнатамыз. «Топаз – 3М» пульті 10 хабарлағыш зонасын бақылауға арналған.

Бөлмеде ОП-8 типті ұнтақты өрт сөндіргішін орнатамыз. Ұнтақты өрт сөндіргіш көмегімен өрттердің барлық дерлік классын сөндіруге болады (әсіресі заряд түрі А, В, С, Е), сонымен қоса 1000 В кернеумен жұмыс істеп тұрған электр құрылғыларын да.

4.2 кестеде ОП-8 типті ұнтақты өрт сөндіргіштің техникалық сипаттамалары келтірілген.

4.2 кесте – ОП-8 өрт сөндіргішінің сипаттамалары

Параметр атауы	Өрт сөндіргіштің өлшемдері үшін нормалар
Өрт сөндіргіш құрам	Өрт сөндіргіш ұнтақ 40% АВС (ВС)
Пайдалану температурасы	-40°С – тан +50°С-қа дейін
Заряд массасы, кг	8±0,4
Жұмыстық қысым, МПа	1,4±0,2
Лақтыру ұзындығы, м, кем емес	4
Жұмыс уақыты, с, кем емес	15
Өрт сөндіргіш қабілеті	4А, 144В
Өлшемдері, мм	170х580
Массасы, кг, артық емес	11,6

Ұнтақты өрт сөндіргіш температрасы -40°С – тан +50°С – қа дейінгі климаттық жағдайларда пайдалануға болады.

Ұнтақты өрт сөндіргішті қолданудың ерекшеліктері:

- сөндіру кезінде салқындататын әсердің болмауы (қайта жануға алып келуі мүмкін);
- қорғалатын объекттің ұнтақпен біршама ластануы;
- жоғары тозаңдылықтың құрылуы (көру мүмкіншілігінің күрт төмендеуі, әсіресе өлшемдері кішкентай бөлмелерде);
- сақтау режимінің қатаң түрде қадағалануы (жоғары дисперсиялық қасиетке ие бола отырып, өрт сөндіргіш ұнтақтар сақтау барысында басылып қалуға бейім болғандықтан, өрт сөндіргіш қасиеті жоғалуы мүмкін.

Дипломдық жобаның бұл бөлімінде офистік бөлмедегі еңбек шарттарын талдау, нақты айтқанда қызметкерлердің еңбек өнімділігіне кері әсерін тигізетін факторлар көрсетілген. Сонымен қатар жасанды жарықтандыру есептелініп, ауаны желдету және өрт қауіпсіздігі талданды. Бөлменің ұзындығы А = 4 м, ені В = 3,5 м, биіктігі Н = 3 м. Бөлмені жарықтандыру үшін қуаты 35 Вт болатын 2 лампадан тұратын СД-40TL шамы алынды. Шамның ұзындығы 1200 мм, ені 200 мм. Бір лампаның жарық ағыны 3500 лм құрайды.

Есептеулер барысында бөлмедегі шамдар саны анықталды. Жарықтандыру нормаларға сәйкес болу үшін 4 лампадан тұратын 2 шам қажет.

Бөлемні желдетуді есептеу бырысында жылу балансының теңдеуін қолдана отырып, айырбас үшін қажетті ауа көлемін табылды. Сонымен қатар, сыртқа шығарылған ауаның температурасын есептелді. Кондиционер ауаның сууын, берілген температураны бір қалыпта автоматты ұстап тұруды, ауаны шаңдардан тазартуды, ауадан ылғалдылықты кетіруді, қоршаған ортамен ауа алмасуды қамтамасыз етеді. Табылған желдету көлемі үшін LG фирмасының S30LHP Сплит кондиционер жүйесін таңдадық (суу және жылыту).

Өрт қауіпсіздігін талдау кезінде өрттің туу себептері қарастырылды. Өрт қауіпсіздігі ережелеріне сәйкес ОП-8 ұнтақты өрт сөндіргішімен жабдықталды.

5 Экономикалық бөлім

5.1 Жобаның мақсаты

Менің дипломдық жобамның басты мақсаты – нақты уақыт трафигінің өз өзіне ұқсастық қасиетін зерттеу, нақты трафикті GPSS World ортасында модельдеу болып табылады.

Алға қойған мақсатқа жету үшін мына пункттерді орындау қажет:

- нақты трафикті мысалға ала отырып, трафикке тәжрибелік зерттеулер жүргізу;
- Трафикті сипаттау үшін оның өз өзіне ұқсас қасиетін зерттеу;
- Траифктің өз өзіне ұқсастық қасиетін сипаттайтын Херст көрсеткішін есептеу;
- GPSS World ортасында модельдер құру;
- GPSS World ортасында алынған модельді талдау.

5.2 Өнім

Трафик моноторингі желіні тиімді басқаруда маңызы зор. Ол үлестіру құралы, жоспарлау және ақауларды жою, қауіпсіздік сауалдары келетін бірлескен қосымшалардың жұмыс істеуі туралы ақпарат көзі болып табылады.

Желілік трафиктің өз өзіне ұқсас болуының физикалық себептерін түсіндіретін фракталды процесстерді физикалық модельдеу жұмыстары бар. Имитациялық модельдеу – зерттеліп отырған жүйені нақты жүйені дәлме дәл сипаттайтын модельменмен алмастырып зерттеу әдісі. Және осы жүйе туралы ақпараттар алу мақсатында модельмен тәжрибелер жүргізіледі.

Имитациялық модельге жүгінетін жағдайлар:

а) нақты объекті қымбат немесе тәжрибе жүргізу мүмкін болмайды;

ә) жүйеде уақыт, себептер, кейінді ықпалдылықтар, сызықсыздықтар, стохастикалық (кездейсоқ) шамалар болғандықтан аналитикалық модель тұрғызу мүмкін емес болғанда;

б) жүйенің уақыт бойынша жүріс тұрысын имитациялау қажет болғанда.

Имитациялық модель жүйенің уақыт бойынша жүріс тұрысын имитациялауға мүмкіндік береді. Артықшылығы – модельде уақытты басқаруға болады: тез өтетін процесстерде баяулатуға және баяу өзгеретін модельдеу жүйелерінде жылдамдатуға болады. Нақты тәжрибелер қымбатқа түсетін, мүмкін емес немесе қауіпті болатын объекттердің жүріс тұрысын имитациялауға болады.

Имитациялық модельді қолдану нақты жүйені немесе басқа да әдістерді қолданудан гөрі бірқатар артықшылықтары бар.

Желі құру біршама шығындарды талап етеді, ал модельдеу сәйкес бағдарламалық десте бағасынан ғана тұрады. Жалпы алғанда жаңа желінің тиімділігін бағалауға ірнеше жыл уақыт кетуі мүмкін, ал егер телекоммункациялық желілердің даму қарқынын ескеретін болсақ, онда алдын ала өзгеру және оңтайлылық мүмкіндіктерін болжау қажет. Имитациялық модель тәжрибе жүргізуге қажетті өзгерулердің оңтайлылығын санаулы минуттарда анықтауға мүмкіндік береді.

Жобалау барысында имитациялық модельдеу жобалық шешімді таңдау мақсатында да, таңдалынған жобалық шешімді тексеру мақсатында да қолданылуы мүмкін.

Жобалық шешімді таңдау барысында модельдің кірісі ретінде әр түрлі жобалық шешімдер, ал шығысы ретінде техникалық тапсырмаға сәйкес модельдеу объектісі жұымысының көрсеткіштерін болатын имитациялық тәжрибелердің жоспарын құрады.

5.3 Қызметкерлердің жалақысына кететін шығынды есептеу

Жобада жұмыс істейтін қызметкерлер: жобаның басшысы, бағдарламалық қамтамасыз етуді өңдеуге жауапты басшы және өңдеуші.

Бағдарламалық жобаның бағасы бағдарламалық өнімнің өңдеуге және енгізумен байланысты капиталдық инвестицияның жалпы көлемінен тұрады. Капиталдық шығын қосымша шығындарды есептей отырып, барлық шығындардан тұрады. Инвестиция формуласын келесідей есептейміз:

$$K = H\left(K_{ж} + C_{мч} \cdot \left(T_{талдау} + T_{жоба} + T_{кодтау} + T_{отл} + T_{ТП}\right)\right) \qquad (5.1)$$

мұндағы К – капиталдық шығындар, тг.;

$К_{ж}$– қызметкерлердің жалақысына төленетін шығындар, тг.;

Н – қосымша шығындар коэффициенті;

$Т_{талдау}$– алдын ала талдауға кеткен уақыт, сағат;

$Т_{жоба}$– бағдарламалық қамтамасыз ету жобасына кеткен уақыт;

$Т_{кодтау}$– кодты өңдеуге кеткен уақыт, сағат;

$Т_{отл}$– бағдарламаны ретке келтіруге кеткен уақыт, сағат;

ТТП – техникалық құжаттарды өңдеуге кеткен уақыт, сағат;

$С_{мч}$– бағдарламлық қамтамасыз етудің 1 сағатта жұмыс жасайтын жұмысының бағасы, тг/сағат;

Қызметкерлерге төленетін жалақыға кететін шығын келесі формула бойынша анықталады:

$$К_{ж} = \sum_{i=1}^{N} (Т_{жi} \cdot С_{жi}) \qquad (5.2)$$

мұндағы $К_ж$ – қызметкерге төленетін жалақы шығыны, тг;

$Т_{жi}$ –і қызметкері атқаратын жұмысқа кеткен уақыт, сағат;

$С_{жi}$ – і қызметкерінің орташа сағаттық мқлшерлемесі, тг/сағат;

N – қызметкерлер саны.

Қызметкердің орташа сағаттық мөлшерлемесі келесі формула бойынша анықталады:

$$С_{ж} = \frac{К_{а} \cdot Ж_{пр}}{Т_{а}} \qquad (5.3)$$

мұндағы Ка– аудандық коэффициент, 1,25;

$Ж_{пр}$– қызметкердің айлық жалақысы, тг;

$Т_а$– жұмыс уақытының айлық қоры, 160 сағат.

34% әлеуметтік салықты қоса есептегенде қызметкерлердің жалақысы мынадай болады:

$$К_{П} = 72500 \cdot 1{,}34 = 97150\,(\text{тг})$$

5.1 кестеде жобада жұмыс істейтін қызметкерлердің (жоба басшысы, бағдарламалық қамтамасыз етуді өңдеуге жауапты басшы, өңдеуші) айлық жалақысымен қоса тізімі көрсетілген. Сонымен қатар, орташа сағаттық жалақы мөлшерлемесі, уақыт шығыны, төлемге кеткен жалпы шығын көрсетілген.

5.1 кесте– Жобада жұмыс істейтін қызметкерлер

п/п	Қызметі	Айлық жалақысы, тг.	Орташа сағаттық жалақы мөлшерлемесі, тг/сағ.	Уақыт шығыны, сағ.	Төлемге кеткен шығындар, тг.
1	Жобаның басшысы	150000	1300	20	26000
2	Бағдарламалық қамтамасыз етуді өңдеуге жауапты басшы	90000	800	30	24000

3	Өңдеуші	50000	300	75	22500
4	Барлығы	290000	-	130	72500

5.4 Бағдарламалық өнімді өңдеудің еңбек сыйымдылығын есептеу

Еңбек шығындарын құраушыларды анықтау үшін негізгі көрсеткішті келесі формула көмегімен есептейді:

$$Q = q \cdot c \tag{5.4}$$

$$Q = 3000 \cdot 1.15 = 3450$$

мұндағы Q – командалардың шартты саны;

q = 3000 – есеп түріне байланысты командалардың шартты санын ескеретін коэффициент;

c = 1,15 - бағдарламаның жаңалығын және күрделілігін ескеретін коэффициент.

q коэффициентінің мәнін 5.2 кестеден таңдап алуға болады.

5.2 кесте - q коэффициентінің мәні

Тапсырма түрі	Коэффициенттің өзгеру шегі
Есеп – қисап тапсырмасы	1400 – 1500
Оперативті басқару тапсырмалары	1500 – 1700
Жоспарлау тапсырмасы	3000 – 3500
Көп нұсқалы тапсырмалар	4500 – 5000
Жиынтық тапсырмалар	5000 – 5500

Бағдарламалық өнім жаңалық дәрежесі бойынша келесі 4 топтың біреуіне жатады:

А тобы – принципиалды жаңа тапсырмаларды өңдеу;

Б тобы – басқаларға ұқсамайтын бағдарлама өңдеу;

В тобы – үлгілік шешімдерді қолдана отырып бағдарламаны өңдеу;

Г тобы – бір реттік үлгілік тапсырма.

с коэффициенті 5.3 кестесінен күрделілік тобы және жаңалық дәрежесі қиылысынан анықталады.

5.3 кесте – Еңбек сыйымдылығын есептеу коэффициенті

Бағдарламалау тілі	Күрделілік тобы	Жаңалық дәрежесі				β коэффициенті
		А	Б	В	Г	
Жоғарғы деңгей	1	1,38	1,26	1,15	0,69	1,2

Одан әрі бағдарламалық өнімді құру уақытын есептеу қажет.

Бағдарламаны құруға кететін жалпы уақыт әр түрлі құраушылардан тұрады. Бағдарламалық өнімді құруға кететін жалпы уақыт құрылымы 5.4 кесетеде келтірілген.

Бағдарламалық өнімнің әрбір фазасына кеткен уақытты анықтаймыз:

$$T_{сд} = 40 \text{ (адам/сағат)}$$

Тс (тапсырманы сипаттауға кеткен уақыт) мына формула бойынша анықталады:

$$T_0 = \frac{Q \cdot B}{50 \cdot K} = 3450 \cdot \frac{0.8}{50 \cdot 1.5} = 36.8 \text{ (адам/сағат)}$$

мұндағы В = 0,8 – тапсырманың өзгеруін ескеретін коэффициент.

К = 0,8 – бағдарламашының біліктілігін ескеретін коэффициент.

В коэффициенті тапсырманың күрделілігіне және санының өзгеруіне байланысты 1,2 – 1,5 аралығында таңдалып алынады (5.5 кесте).

К коэффициентінің мәнін 5.5 кестеден таңдап алуға болады.

5.4 кесте – Бағдарламалық өнімді құруға кететін жалпы уақыт құрылымы

Кезең №	Берілген кезеңнің уақыттық белгілеуі	Кезеңнің мазмұны
1	$T_{сд}$	Сипаттауды дайындау тапсырмалары
2	$T_{с}$	Тапсырманы сипаттау
3	$T_{а}$	Алгоритмді әзірлеу

5.4 кестенің жалғасы

Кезең №	Берілген кезеңнің уақыттық белгілеуі	Кезеңнің мазмұны
4	$T_{бс}$	Алгоритмнің блок – схемасы әзірлеу
5	$T_{н}$	Бағдарламалау тілінде бағдарламаны жазу
6	$T_{п}$	Бағдарламаны толтыру
7	$T_{от}$	Бағдарламаны тестілеу
8	$T_{д}$	Құжаттарды, пайдаланушыға нұсқаулықты, түсінік хатты дайындау

5.5 кесте – Бағдарламашының біліктілік коэффициенті

Жұмыс тәжрибесі	Квалификация коэффициенті
Екі жылға дейін	0,8
2 – 3 жыл	1
3-5 жыл	1,1 – 1,2
5-7 жыл	1,3 – 1,4

$T_а$ алгоритмді өңдеуге кеткет уақыт келесі формуламен анықталады:

$$T_a = \frac{Q}{50 \cdot K} \tag{5.6}$$

$$T_a = \frac{3450}{50 \cdot 0.8} = 86.25 \text{ (адам/сағат)}$$

$T_{бс}$ блок – схема өңдеуге кеткен уақыт $T_а$ сияқты анықталады:

$$T_{бс} = 86{,}25 \text{ (адам/сағат)}$$

Бағдарламалау тілінде бағдарламаны жазуға кеткен уақыт $T_н$ мына формула бойынша анықталады:

$$T_H = \frac{Q \cdot 0.8}{50 \cdot K} \tag{5.7}$$

$$T_H = 3450 \cdot \frac{0.8}{50 \cdot 0.8} = 69 \text{ (адам/сағат)}$$

Бағдарламаны толтыру уақыты $T_п$:

$$T_П = \frac{Q}{50} \tag{5.8}$$

$$T_П = \frac{3450}{50} = 69 \text{ (адам/сағат)}$$

Бағдарламаны тестілеуге және ретке келтіруге кеткен уақыт $T_{от}$:

$$T_{от} = \frac{Q \cdot 4.2}{50 \cdot K} \tag{5.9}$$

$$T_{от} = \frac{3450 \cdot 4{,}2}{50 \cdot 0{,}8} = 362{,}25 \text{ (адам/сағат)}$$

Құжаттарды дайындаға кеткен уақыт $Т_д$ факт бойынша алынады және 3 күннен 5 күнге дейін 8 сағаттан алынады:

$$Т_д = 40 \text{ (адам/сағат)}$$

Еңбектің жалпы шығындары еңбек шығындарының құраушыларының қосындысы ретінде есептеледі:

$$Т = Т_{сд} + Т_с + Т_а + Т_{бс} + Т_н + Т_п + Т_{от} + Т_д \qquad (5.10)$$

$$Т = 40 + 36{,}8 + 86{,}25 + 86{,}25 + 69 + 69 + 362{,}25 + 40 = 703 \text{ (адам/сағат)}$$

5.5 Машиналық сағат бағасын есептеу

Машиналық сағаттың жалпы өз өзіне ұқсас құны келесі формуламен есептеледі:

$$C_{м.ч.} = H_{ам} + H_э + H_м + H_ш \qquad (5.11)$$

мұндағы $Н_{ам}$ – техника амортизациясына кететін шығын;

$Н_э$ – электр энергиясына кететін шығын;

$Н_м$ – қосымша материалдарға кететін шығын;

$Н_з$ – қосымша бөліктерге кететін шығын.

Техника амортизациясына кететін шығын келесі формула бойынша анықталады:

$$H_{ам} = \frac{C_{ЭВМ} \cdot K_{ам}}{T_c} \qquad (5.12)$$

мұндағы $С_{эвм}$– ЭВМ бағасы, тг. (IntelCore 2 Duo процессор базасындағы компьютер бағасы 80000,00 тг құрайды);

$К_{ам}$ – ЭВМ амортизациясы коэффициенті, % (Камор= 10%);

$Т_ч$ – сағат бойынша кеткен уақыт ($Т_ч = 320$).

$$H_{ам} = \frac{80000 \cdot 0.1}{703} = 11.3 \text{ (тг/сағат)}$$

Қосымша материалдарға кеткен шығындар компьютер бағасынан 2% көлемінде алынады. Сағаттық аударымдар нормасы:

$$H_м = \frac{80000 \cdot 0.02}{703} = 2.28 \text{ (тг/сағат)}$$

Электр энергиясына кеткен шығындар мына формуламен есептеледі:

$$Н_Э = Ц_{кч} М \qquad (5.13)$$

мұндағы Ц- кв/сағат құны;

М – ЭВМ тұтынатын қуат, кВт.

Бағдарламалық қамтамасыз ету өңделген компьютердің шектік қуаты 420 Вт құрайды. Сонда электр энергиясына кеткен шығын:

$$Н_э = 13.64 \cdot 0.34 = 4.64 \text{ (тг)}$$

Қосымша бөліктерге кеткен шығындар компьютер бағасынан 5% көлемінде алынады. Сағаттық аударымдар нормасы:

$$З_з = \frac{80000 \cdot 0.05}{703} = 5.69 \text{ (тг)}$$

Осылайша, машиналық сағаттың жалпы құны:

$$С_{м.ч.} = 5.69 + .464 + 2.28 + 11.38 = 23.99 \text{ (тг/сағат)}$$

5.6 Бағдарламалық өнімнің жалпы құнын есептеу

Н = 1.2 болатынын және алдын ала талдау кеткен жалпы уақыты (1 ай) ескере отырып, өңдеу және тәжрибе жүргізу 703 сағат. Формулаға сәйкес бағдарламалық қамтамасыз етуді өңдеудің жалпы құны:

$$К = 1.2 \cdot (971500 + 23.99 \cdot 703) = 136817.96 \text{ (тг)}$$

Интеллектуалды еңбектің құны:

$$Ц = С + П \qquad (5.14)$$

мұндағы С – өнімнің өзінің құны;

П – таза кіріс.

Өнімнің бастапқы бағасын анықтау барысында рентабельділіктің қажетті деңгейі беріледі, біздің жағдайда телекоммуникация саласы бойынша рентабельділік деңгейі - 20% - дан 40% - ға дейін.

$$Ц_п = С \cdot \left(1 + \frac{Р}{100}\right) \qquad (5.15)$$

мұндағы Р – рентабельділік (20% - 40%);

$Ц_п$ – бастапқы баға.

$$Ц_п = С \cdot \left(1 + \frac{Р}{100}\right) = 136817{,}96 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 164181{,}55$$

Ары қарай НДС ескере отырып, жүзеге асыру бағасы анықталады.

$$Ц_р = Ц_п + НДС \tag{5.16}$$

$$Ц_р = Ц_п + НДС = 164181{,}55 + 1{,}13 = 164182{,}68$$

Қосылған бағаға салық 12% (НДС), сәйкеінше:

$$Ц_р = Ц_п + 1{,}12 \tag{5.17}$$

Ұйымдастырушылық және экономикалық есептеулер барысында өнімнің бағдарламалық қамтамасыз етуін дамыту үшін 136817,96 тг тең болатын жалпы сан алынды. Зерттеу нәтижесін компьютерлік желілерді талдау және мониторинг жүргізумен айналысатын ұйымдар үшін жүзеге асыруға болады. Немесе жеке меншік желі деңгейін анықтау үшін желі инфрақұрылымы тармақталған кез келген ұйым да қолдана алады. Осы облыста жоғары экономикалық тиімділігіне байланысты бұл бағытта жұмыстың актуалды болуы және желілік инфрақұрылымның күрделілігіне, желілік технологиялардың жоғары деңгейіне ауысуына байланысты бұл жұмыс үлкен масштабты компьютерлік желілерге тиімді баға беру үшін маңызы зор.

Қорытынды

Дипломдық жоба «Мультисервистік желілер үшін трафик модельдерін талдау» тақырыбы бойынша жазылды. Жобаның бірінші бөлімінде мультисервистік трафиктің классификациясы, құрылымы қарастырылды. Сонымен қатар трафик атрибуттері, мультисервистік желілердегі трафиктің ерекшеліктері көрсетілген.

Екінші бөлімде мультисервистік желі трафигінің өз өзіне ұқсастық қасиеті жан жақты қарастырылды. Айта кетсек, өз өзіне ұқсас болатын трафиктер және олардың статистикалық критерийлері, Херст параметрі, баяу және тез өшетін тәуелділіктер. Сонымен қоса, имитациялық модельдеу әдістеріне шолу жасалды. Парето, Вейбулл және логнормалды үлестірулер келтірілді.

Үшінші бөлімде нақты трафиктің GPSS World ортасында моделі құрылды және оған талдау жасалды. R/S статистика әдісі бойынша трафиктің өз өзіне ұқсастық қасиетін көрсететін Херст параметрі есептелді.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде қызметкерлердің еңбек шарты талданды, жұмыстық бөлменің жасанды жарықтандыру жүйесі есептелді, бөлмеге желдеткіш таңдалып, өрт қауіпсіздігі талданды.

Экономикалық бөлімде жалпы жобаның мақсаты қарастырылып, бағдарламалық өнімді өңдеудің еңбек сыйымдылығы, өнімнің жалпы құны және қызметкерлерге төленетін жалақы есептелді.

Әдебиеттер тізімі

1 Шелухин И.О. Моделирование информационных систем. Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011.

2 Крылов В.В., Самохвалов С.С. Теория телетрафика и ее приложения. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

3 Шелухин О.И., Тенякшев А.М., Осин А.В, Моделирование информационных систем./ Под ред. О.И. Шелухина. Учебное пособие. – М.:Радиотехника, 2005.

4 Ложковский А.Г. Анализ и синтез систем распределения информации в условиях мультисервисного трафика. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Одесса – 2010.

5 Соловьев А.Ю. О задаче прогнозирования самоподобных сетевых процессов. Автореферерат диссертации. Старооскольский технологический институт. Старыйоскол, Россия. – 2009.

6 Бельков Д.В. Исследование сетевого трафика. Автореферерат диссертации. Донецкий национальный технический университет. -2009.

7 Сидорова О.И. Математические модели трафика в современных телекоммуникационных системах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико – математических наук. Тверь – 2009.

8 Бельков Д.В., Жильцов С.А. Моделирование сетевого трафика. Автореферерат диссертации. Украина, Донецк. 2005.

9 Иванов А.В. Разработка и исследование алгоритмов прогнозирования и управления очередями в компьютерных сетях. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Санкт – Петербург. – 2001.

10 Петров В.В. То, что вы хотели знали знать о самоподобном телетрафике, но стеснялись спросить. Москва. – 2003.

11 Цыбаков Б.С. Модель телетрафика на основе самоподобного случайного процесса. Москва. – 1999.

12 Leland W.E., Taqqu M.S., Willinger W. and Wilson D.V. On The Self-Similar Nature Of Ethernet Traffic.- Proc. ACM SIGCOMM’93, San-Fransisco, 1993, p 183-193.

13 Walter Willinger, Murad S. Taqqu, Robert Sherman and Daniel V. Wilson, “Self-Similarity Through High-Variability: Statistical Analysis of Ethernet LAN Traffic at the Source Level”. IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 5, No. 1, 1997

14 Adrian Popescu, Traffic Self-Similarity, Department of Telecommunications and Signal Processing, University of Karlskrona/Ronneby

15 Paxson V., Fast Approximation of Self-Similar Network Traffic, preprint Lawrence Berkely Laboratory and EECS Disvision, University of California, 1996

16 http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/481840.html

17 http://ccr.sigcomm.org/archive/1995/jan95/ccr-9501-leland.html

18 http://www.ee.ust.hk/~heixj/publication/comp660f/comp660f.html

19 http://www.winlab.rutgers.edu/~zhibinwu/html/network_simulator_2.html

20 Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/ С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; под общ.ред. С.В. Белова.- М.: ВШ, 1999

21 Оқу-әдістемелік және оқу жұмыстарының құрылуына, жазылуына, рәсімделуіне және мазмұнына қойылатын жалпы талаптар. - Алматы: АЭжБУ, 2014.

22 С.В. Коньшин. Оқу-әдістемелік және оқу жұмыстарының құрылуына, жазылуына, рәсімделуіне және мазмұнына қойылатын жалпы талаптар, КЕАҚ СТ 56023-1910-04-2014