

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық
университеті

ӘОЖ: 004-027.21:004.4

Қолжазба құқығында

СЕРИКОВ ТАНСАУЛЕ ГАБДЫМАНАПОВИЧ

**Бағдарламалық IP PBX Asterisk негізінде өңделген
телекоммуникациялық жүйелердің тиімділігін талдау және модельдеу**

6D071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесші
техн. ғыл.док., проф.
Якубова М.З.
техн. ғыл.док., проф.
Разинкин В.П.

Қазақстан Республикасы
Алматы, 2017

МАЗМҰНЫ

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР	4
КІРІСПЕ	6
1 БАҒДАРЛАМАЛЫҚ IP-PBX ЗЕРТТЕУ БАҒЫТЫ БОЙЫНША ҚАЗІРГІ ЗЕРТТЕУЛЕРГЕ ШОЛУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ ЖАСАУ	15
1.1 Негізгі ғылыми жұмыстарға шолу	15
1.2 IP-PBX	19
1.3 Asterisk құрылымы	21
1.4 Бағдарламалық IP-PBX салыстырмалы талдау	25
Бірінші бөлім бойынша тұжырым	25
2 ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛАР ЖЕЛІСІНДЕ ЕКІ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ASTERISK ЖҰМЫСЫНА ТӘЖІРИБЕ ЖҮРГІЗУ	30
2.1 Asterisk негізіндегі IP-PBX	30
2.2 CentOS ОЖ артықшылықтары мен кемшіліктері	32
2.3 Elastix	33
2.4 Дәстүрлі телефония мен IP-телефонияны салыстырмалы талдау	34
2.5 Asterisk IP-PBX құрылымы	39
2.6 Asterisk-пен құрылғылардың өзара әрекет ету деңгейлері	44
2.7 Asterisk жүйесінің компоненттік дерексіздігі	44
2.8 Телекоммуникация желісінде екі бағдарламалық Asterisk жұмысына тәжірибелер жүргізу	47
2.8.1 МЖС құрылымдық көсеткіштерін есептеу	50
2.8.2 Тиімді диэлектрлік өткізгіштікті табу	52
2.8.3 МЖС толқындық кедергісін табу	52
2.8.4 Қорек көзін алғашқы рет таңдау	54
2.8.5 МЖС көрсеткіштерінің жиілікке тәуелділігін табу	55
2.8.6 Жиіліктің жұмыс диапазонын анықтау	56
2.8.7 Сәуле таратушының ПӘК және жоғалуларды анықтау	58
2.8.8 Сәуле таратушының бағытының диаграммасын табу	59
2.8.9 Өлшемдер бойынша рұқсаттарды есептеу	61
2.8.10 Антенналық тор көрсеткіштерін есептеу	61
2.8.11 Жолақтық желіжол көрсеткіштерін есептеу	63
2.8.12 Қорек сұлбасының ПӘК табу	64
2.8.13 Антенналық тордың БӘК есептеу	66
2.8.14 Антеннаны күшейту коэффициентін есептеу және бағытталу диаграммасын табу	66
2.8.15 Өндірістік қателердің микрожолалық антенна сипаттамаларына әсерін зерттеу	68
Екінші бөлім бойынша тұжырым	75
3 ASTERISK ЖҮЙЕСІНІҢ НЕГІЗІНДЕ ҚҰРЫЛҒАН IP-ТЕЛЕФОНΙΑ СЫМСЫЗ ЖЕЛІСІНІҢ ЖҰМЫСЫН ЗЕРТТЕУ	76

3.1 Желіні модельдеудің бағдарламалық құралдары	76
3.2 Ақпаратты тарату жүйесінің математикалық модельдері	78
3.3 Нақты трафиктің шамалық сипаттамаларын модельдеу	80
3.4 Тарату заңдарының түрлері туралы болжамдарды статикалық талдау	82
3.5 Клиент сервер желісіне шабуыл сұлбасын құру	85
3.6 Шабуылдар нәтижесін талдау және желіні қорғау шаралары бойынша ұсыныстар әзірлеу	89
3.7 OPNET Modeler v.14 бағдарламасында IP-PBX AsteriskNow желісін модельдеу	93
3.8 OPNET Modeler V.14 бумасында IP-PBX Asterisk негізінде сымсыз жергілікті есептеу желісін модельдеу	98
3.9 NetCracker 4.1 бағдарламасында қашық тораптары бар құрылған желіні еліктемелік модельдеу	103
Үшінші бөлім бойынша тұжырым	109
4 IP-ТЕЛЕФОНИЯ ЖЕЛІСІН ДЕРЕКТЕРДІ ҚАҒЫП ӘКЕТУДЕН ҚОРҒАУ	111
4.1 Құрылған желідегі деректерді қағып әкетуден қорғау	111
4.2 Дестелеу алгоритмдері	117
4.3 Дестелеу алгоритмінің анимация жұмыс бағдарламасын әзірлеу	118
Төртінші бөлім бойынша тұжырым	121
ҚОРЫТЫНДЫ	122
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	123
ҚОСЫМШАЛАР	129

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

- АЖ – абоненттік желіжол
АТС – автоматты телефон стансасы
ДБ – деректер базасы
БД – диаграмма бағыты
ПЭК – пайдалы әсер коэффициенті
БЭК – бағытталған әрекет ету коэффициенті
ҚТК – қума толқын коэффициенті
ЖЕЖ – жергілікті есептеу желісі
МЖА – микрожолқты антенна
МЖС – микрожолқты тікбұрышты сәуле таратушы
ХЭБО – Халықаралық электр байланыс одағы
ОС – операциялық жүйе
СЖЖ – симметриялы емес жолық желіжол
БҚ – бағдарламалық қамтамасыз ету
ӨЖЖ – өте жоғары жиіліктер
ЖҚЖ – жаппай қызмет көрсету жүйесі
ТҚЖ – телекоммуникациялар желілері
ТМО – жаппай қызмет көрсету теориясы
AES (Advanced Encryption Standard) – шифрлеу стандарты
AGI (Asterisk Gateway Interface) – шлюзді басқару интерфейсі
AMI (Asterisk Manager Interface) – басқару интерфейсі
BRI – базалық интерфейс
CDR (Call Detail Record) – шақырулар туралы толық ақпаратты жазу драйвері
CEL (Call Event Log) – шақырулар журналының драйвері
- CentOS (Community ENTERprise Operating System) – Red Hat компаниясының комерциялық Red Hat Enterprise Linux негізіндегі Linux дистрибутивы
- DHCP – желілік адрестердің динамикалық бағыт хаттамасы
DTMF – екітондық көпжиілікті аналогтық сигнал
FTP – файл беру хаттамасы
FXO (Foreign Exchange Office) – телефон стансасын мультиплексорға қосуға арналған PABX (PBX) интерфейсіне эмуляция жасайтын дауыстық интерфейс
FXS (Foreign Exchange Subscriber) – ТСОП екі сымдық желіжолын телефония құрылғысына (қабырғаға ілінген телефон розеткасы) қосуға арналған дауыстық интерфейс (RJ-11 жалғағыш)
IAX – IP-ATC Asterisk арасында VoIP деректерін айырбастау хаттамасы
HTTP (Hypertext Transfer Protocol) – гипермәтінді беру хаттамасы

IETF (Internet Engineering Task Force) – Интернеттің инженерлік мәселелері бойынша жұмыс тобы

IP (Internet Protocol) – желіаралық хаттама

ISDN – қызмет тердің бірігуімен цифрлық желі

ITU-T (International Telecommunications Union – Telecommunications) -

ХЭБО

IVR (Interactive Voice Response) – интерактивтік дауыстық меню

PBX (Private Branch Exchange) – мекемелік АТС

PRI – алғашқы интерфейс

PSTN (Public Switched Telephone Network) – жаппай қолдану телефон желісі

QoS (Quality of Service) – қызмет көрсету сапасы

REST (Representational state transfer REST) – тарату жүйелеріне арналған бағдарламалық қамтамасыз ету құрылымы

RTP (Real-time Transport Protocol) – нақты уақыттың тасымал хаттамасы

SIP – сеанс құру хаттамасы

SDP (Session Description Protocol) – сеансты сипаттау хаттамасы

SRTP (Secure Real-time Transport Protocol) – шифрлеу хаттамасы

TCP (Transmission Control Protocol) – беруді басқару хаттамасы

UAC (User Agent Client) – тұтынушы агент пайдаланушы

UAS (User Agent Server) – сервер агент пайдаланушы

VoIP (Voice over IP) – IP хаттамасымен желі арқылы дауысты беру

WiFi (Wireless Fidelity) – IEEE 802.11 стандартының негізінде сымсыз желі

WPA (Wi-Fi Protected Access) – қатынауды қорғау хаттамасы

КІРІСПЕ

Тақырып өзектілігі. Дүние жүзінде IP (Internet Protocol) хаттамасының негізінде құрылған қызмет түрлеріне қызығушылық артуда. IP-телефония маңызды қызмет түрі болып табылады, ол классикалық телефонияға қарағанда қызмет құнының төменділігімен және Asterisk сияқты кеңселік IP-PBX ұйымдастыру үшін тегін бағдарламаларымен ерекшеленеді. Қазіргі уақытта бағдарламалық IP-PBX Asterisk кеңінен таралған және open source PBX «нарықта» 85% үлесін құрайды.

Asterisk жобасы 1999 жылы Linux Support Services американдық компаниясының иесі, әрі жалғыз қызметкері Марк Спенсермен құрылған болатын, бұрын Linux жүйелік администраторы болып, коммерциялық қолдауды жүзеге асырған, сонымен қатар C тілінде бағдарламаған.

Клиенттердің сол кезде қолданыста болған кеңселік АТС-тың қымбаттылығы туралы сұраныстарға қарап, Марк Linux базасында өзінің АТС-ын құруды шешті. Бұл жоба Asterisk деген атауға ие болды.

Digium құрылған компаниясының негізінде Марк дәстүрлі телефон желілерінің Asterisk-пен жанасу платаларын (аналогтық және цифрлық порттар арқылы) шығаруды бастады.

Asterisk модельдік құрылымы коммутациялық өріске кез-келген бағдарламалау тілінде жазылған немесе Asterisk диапанының өз тілінде жүзеге асырылған кез-келген бизнес-логиканы қосуға мүмкіндік береді.

Asterisk келесі функционалдық мүмкіндіктерге ие:

- IP телефонияның барлық хаттамаларын (SIP, H323, SCCP, ADSI), сонымен қатар дәстүрлі байланыс желіжолдарын қолдайды. Стандартты және бәріне таныс хаттамалардың басқа, Asterisk-тің өзіндік IAX хаттамасы да бар. Серверге Asterisk-пен қажетті мөлшерде аналогтық және цифрлық порттары бар Digium PCI платалары орнатылады;

- АТС-тың барлық негізі және кеңейтілген функцияларын (дауыстық мәзір, сөйлеуді жазу, қоңыраулар статистикасы, ұстатұрудағы музыка, дауыстық пошта, callback хабарласу қызметі, Paging дауыстық конференция, қоңырауларды кезекке қою және операторлар бойынша тарату (кол центр функциялары) қолдайды;

- тікелей Skype-ты қолдайды (Digium-ның chan_skype арна драйвері), сонымен қатар, қойын дәптерден қысқа нөмірлер арқылы батырмалы телефондардан Skype пайдаланушыларын шақыруға мүмкіндік беретін WEB-қосымшалары бар;

- желінің ішкі нөмірінен сіздің ұялы телефоныңызға қоңырауды көшіру қоюға мүмкіндік беретін Follow-me қызметі;

- дауыстық пошта;

- бейне байланысты қолдайды;

- клиент тондық теру көмегімен телефон пернелерімен енгізетін ақпаратты пайдалана отырып, call-центр ішінде қоңырауларды бағыттау функциясын орындайтын, алдын-ала дауыстық хаттарды жазу жүйесі - IVR;

- сіздің дербес компьютеріңізден факсты жіберу және қабылдау мүмкіндігі;
- дауысты тану және сөйлеуді түрлендіру бойынша қосымшалары бар;
- Asterisk соңғы нұсқаларында сөйлеуді шифрлеу мүмкіндігі бар;
- Asterisk басқа жүйелермен (AGI және AMI) бірігу интерфейсі бар, ол бизнес-үрдістер мен бизнес-қосымшаларға коммуникацияларды оңай орнатуға мүмкіндік береді;

- Asterisk-ті басқарудың әр түрлі графикалық құралдары (ақылы, тегін) бар, олардың ішінде ең танымал түрі – тегін FreePBX WEB интерфейсі. Сонымен қатар, қарапайым PC серверде аз уақыт ішінде IP-PBX орнатуға мүмкіндік беретін дайын дистрибутивтер бар. Asterisk-тің танымал тегін дистрибутивтерінің бірі TrixBox, Elastix. Asterisk Digium компаниясының коммерциялық шешімдері – біріздендірілген коммуникациялардың кешенді шешімін көрсететін SwitchVox. SwitchVox-тан басқа Asterisk негізінде ондаған коммерциялық, сонымен қатар, ашық жүйелері бар;

- Asterisk маңына оның мүмкіндіктерін тануға және пайдалануға бір-біріне көмектесіп отыратын пайдаланушылар, құрастырушылар және интеграторлар қауымдастығы жиналған.

IAХ Asterisk дабылдама хаттамасы қоңыраулардың кез-келген мөлшеріне бір ғана портты пайдаланады.

Asterisk жүйесінің негізгі конфигурациялық файлдары:

- asterisk.conf – Asterisk айналасын теңшеуге мүмкіндік береді;
- modules.conf – Asterisk іске қосылған кезде жүктелетін немесе жүктелмейтін модульдерді көрсетуге мүмкіндік береді;
- extensions.conf – «диалланды» теңшеу;
- sip.conf – SIP хаттамасын теңшеу.

Жұмыста негізгі шешім ретінде университетте CentOS ОЖ негізінде арнайы Elastix дистрибутивпен бағдарламалық Asterisk қолданумен, екі ЖЕЖ сымсыз байланысын ұйымдастырумен IP-телефония қызметтерін өрістетуге жүзеге асырылған.

Elastix – Centos негізінде тегін әмбебап коммуникациялар сервері, ол Asterisk негізінде цифрлық АТС-ты, ІМ пошталық серверін, HylaFax факс-серверін және бірігіп жұмыс істеу құралдарын – автоматты дауыс хабарламаларына арналған, АТС-пен біріктірілген күнтізбені, телефон кітапшасын, VoIP-телефондары автоматты теңшеуге арналған DHCP-сервер, vTigerCRM и SugarCRM бір интерфейске біріктірілен екі CRM біріктіреді. Сонымен қатар, колл центр, автоматты қоңырау шалу, сөйлесулерді жазу, статистика модульдеріне қатынауға рұқсат бар. Осылай, АТС-тың қажетті мүмкіндіктеріне ие, қоңыраулар алмасу және студенттерді коммуникация саласында тәжірибе алумен қатар, Linux ОЖ түзету бойынша дағды алу мақсатында, сынақ өткізуге (қоңыраулар, шабуылдар және т.б.), университетте ұсынылған.

Asterisk негізінде IP-PBX зерттеуге Спенсор М., Диксон Дж., Карстен К., John Todd, Eric Bernhold, Michael Graves, Ковцур М.М., Гойхман В.Ю., Кашин М. М., Абаев П.О., Нсангу М.М., Хатунцев А.Б., Костенко А.И., Кутбитдинов

С.Ш., Баранник В.В., Саморезов В.В., Петров А.А., Моторина Е.Г., Малов А.В., Тарасов В.Ю., Радионов Д.Е., Буранова М.А., Сахаров А.В., Пяттаев В.О., Гольдштейн В.С. және т.б. үлкен үлес қосты.

Осы диссертациялық жұмыс университетте құрылған, желі (стенд) жұмысын талдау негізінде алынған трафикті зерттеуге ғана емес, сонымен қатар дауыс санауларын бағдарламалық Дестелеу анимациясын құруға, телекоммуникация желілерін жобалау және пайдалану кезінде өзекті мәселе болып табылатын, қызметінің тиімділігін талдаумен телекоммуникация желілерін құру үшін IP-PBX Asterisk негізінде бағдарламалық АТС-ты зерттеуге және модельдеуге арналған. Мұнда, екі IP-PBX Asterisk өзара әрекеті сым шешім және әуе бойынша жүзеге асырылды. Кез келген күрделі телекоммуникация желілерін жобалау кезінде беріктік пен өміршеңдігінің жоғары дәрежесін қамтамасыз ету үшін, капиталдық салымдарды төмендету үшін пайдалану кезінде желі қызметінің әр түрлі жағдайларын және тораптарын өңдеу, жаңа механизмдер енгізу және ұсынылатын қызмет түрлерін кеңейту кезінде желінің әрекетін зерттеу – маңызды мәселелердің бірі болып табылады.

Телекоммуникация желілерінде IP-PBX қолдану инновациялық шешімдер негізінде корпоративтік байланысты ұйымдастыру саласында өзекті болып табылады. Бағдарламалық АТС AsteriskNow негізінде жергілікті-есептеу желілерін сапалы жобалау үшін желіге қойылатын барлық талаптарды есепке алу қажет. Сонымен қатар, желіні еліктемелік модельдеу көмегімен мәселені шешу де өзекті болып табылады, ол келешекте желіні пайдалану және дамыту мәселелерін жоспарлап, анықтауға, әр түрлі жағдайларда желілік жабдықтың жұмысын тексеріп, сынауға, жаңа технологиялар мен механизмдерді зерттеуге мүмкіндік береді, ең бастысы, еліктемелік модельдеудің арқасында әжептәуір құралдар үнемделеді.

Зерттеу объектісі микрожолқты антенна арқылы қосылған бағдарламалық АТС AsteriskNow негізінде құрылған екі сымсыз ЖЕЖ қызметі болып табылады.

Зерттеу мәні құрылған желінің еліктемелік моделі, құрылған желіде нақты өлшенген дауыстық трафикті зерттеу, QoS көрсеткіштерін жақсартуға мүмкіндік беретін, осы желіні арам ниетті шабуылдардан қорғау бойынша шаралар, іске жарату коэффициентімен, әр түрлі жүктелім кезінде өту мүмкінділігімен NetCracker, OPNET Modeler және CommView for WiFi бағдарламалар бумаларындағы модельдер болып табылады.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты - NetCracker, OPNET Modeler және CommView for WiFi қосымша бағдарламалар бумасын қолданумен, нақты қашықтықта орналасқан, жеке терминалдар түрінде, AsteriskNow 10.13 платформасының негізінде ұйымдастырылған IP телефония жүйелері және деректерді беру желісі қызметінің тиімділігі мен тұрақтылығын арттыру.

Диссертацияда қойылан мақсатқа жету үшін келесі **тапсырмалар** тізбектей шешіледі:

- дайындалған микрожолқты антеннаны пайдалану арқылы Linux CentOS 4 түріндегі Intel Xeon операциялық жүйесімен AsteriskNow негізінде сымсыз желіні ұйымдастыру сұлбасын дайындау (университетте және темір жол корпорациясында);

- «клиент-сервер» моделі пайдаланды, бұл кезде серверге Software Development дестесі орнатылады;

- есептік параметрлерді түзету бойынша тәжірибелер жүзеге асырылды (тиімді диэлектрлік өткізгіштік, толқындық кедергі МПИ, ПӘК және сәулелендіргіштегі шығындар, антенналық тор өлшемдері бойынша рұқсат етулерді есептеу, жолақтық желі параметрлері, коректендіруші сұлбаның ПӘК анықталады, антенналық тордың БӘК, антеннаны күшейту коэффициенттері, бағдарламалық Asterisk негізінде сымсыз шешімдердің өзара әрекетін қамтамасыз ету үшін бағыттылық диаграммасын анықтау). Тәжірибелер мен статикалық сынақтар негізінде қателіктер 2 есеге азайтылды, ол ақаулықтардың 156 есеге азаюына алып келді;

- өлшенген нақты дауыстық трафикті ықтималдылықты-уақыттық сипаттамалармен бірге кездейсоқ шаманың сандық мәндерімен есептеулерін зерттеу (эмпирикалық қатар);

- Колмогоров-Смирнов (D статистикасы) Шапиро-Уилк (W) келісім критерийі бойынша қалыптылыққа бағалауды жүзеге асыру.

- χ^2 критерийі негізінде экспоненциалды тарату аппроксимациясымен қоңыраулар арасындағы бағалауды жүзеге асыру;

- CommView for WiFi бағдарламасы негізінде желілік дестелердің талдауы мен мониторингін жүзеге асыру;

- OPNET Modeler v.14. және NetCracker 4.1 бағдарламаларында дайындалған желілердің имитациялық модельін құру;

- құрылған желінің клиент-серверлігіне арам ниетті шабуыл сұлбасын құрып, талдап, осы желіні қорғау бойынша ұсыныстар жасау;

- сандықтау кезінде дауыстық есептерін дестелеудің бағдарламалық жүзеге асыруды құру.

Зерттеу әдістері. Қойылған мақсаттарға жету ықтималдылықтар теориясын, математикалық статистиканы, жүйелік талдауды, қолданбалы математиканың шамалық әдістерін, математикалық және физикалық модельдеуді, есептеу және физикалық тәжірибелерді, тәжірибелерді жүйелі жоспарлау әдістерін, еліктемлік және имитациялық модельдеуді қолданумен жүзеге асырылды.

Жұмыс идеясы IP-PBX AsteriskNow негізінде жергілікті желінің дұрыс еліктемелік модельін құру болып табылады. Ол сыртқы шабуылдар мен ақпараттық қауіпсіздікке төнген қауіптен ақпаратты қорғаудың берік жүйесін анықтауға арналған, әр түрлі жұмыс режимдерінде бағдарламалық жұмысын және деректерді беру үрдісін зерттеуге мүмкіндік береді.

Ғылыми жаңалығы:

- сымсыз желіні ұйымдастыру сұлбасы дайындалған және университетте және темір жол корпорациясында дайындалған микрожолқты антеннаны

пайдалану арқылы Linux CentOS 4 түріндегі Intel Xeon операциялық жүйесімен AsteriskNow негізінде нақты желі құрылған;

- тәжірибелер мен статикалық сынамалар негізінде МПИ жұмысы 2 есеге аздауы жүзеге асырылды, ол ақаулықтардың 156 есеге аздауына алып келді;

- өлшенген нақты ықтималдылықты-уақыттық сипаттамалары бар дауыстық трафикті зерттеу жергілікті желілердің алмасуы кезінде эфирден қарапайым ағынның өтуін көрсетті. Колмогоров-Смирнов (D статистикасы) келісім критерийі бойынша қалыптылыққа бағалау көрсеткендей, Колмогоров-Смирнов ($D_{\max}$) критерийінің шектік мәні қоңыраулар арасындағы аралықты тарату қатарын таңдау кезінде 60 мәніне тең болғанда $p=0,05$ мәні үшін 0,1753 құрайды және $p=0,01$ мәні үшін 0,2101 құрайды, себебі $D_{\text{экспер}}=0,16291$ мәні $D_{\text{критич}}=0,2101$ мәнінен аз, онда эмпирикалық тарату қалыпты деген ұғым қабылданады. Шапиро-Уилк критерийі бойынша қалыптылыққа бағалау көрсеткендей, эмпирикалық қатар қалыпты заң бойынша таралған. Алынған мәндер кезінде $W=0,90042$; $p=0,00014$ онда нөлдік гипотеза таралу қалыпты деген ұғымды білдіреді, ол статикалық маңыздылық p мәні $p>0,05$ және жоғары мәндер кезінде W ($W>0,9$) болу шартында қабылданады. Баламалы гипотеза қабылданбайды. χ^2 бағалау көрсеткендей, қоңыраулар арасындағы аралықтар экспоненциалды заң бойынша таратылған. Біздің зерттеу үшін еркіндік деңгейі $K=59$ және маңыздылық деңгейі $p=0,05$ және $p=0,01$ кезінде критикалық мәндер сәйкесінше 67,5 және 76,2 тең. Тәжірибелі мән барлығы 6,36349 шамасына тең. Сәйкесінше зерттелетін қатар экспоненциалды таралуға ие, себебі шектік мән тәжірибелік мәннен бірнеше есе үлкен;

- CommView for WiFi бағдарламасындағы талдаулар мен мониторинг көрсеткендей, бейнеконференция сессиясы кезіндегі дайындалған желіге ноутбуктан жүргізілген шабуылдардың сериясы осы бағдарлама арқылы эфирде таратылатын қамтылған желілік дестелердің талдау жүргізілген және бейнеконференцияның қатысушыларының компьютерлерінің MAC-адрестері, шифрлеу тәсілдері, желілік трафиктің әртүрлі статистикасы (мысалы, сәйкес келетін MAC-адрес бойынша алынған және жіберілген кадрлардың есебі);

- OPNET Modeler v.14 бағдарламасында дайындалған желінің имитациялық модельдері трафик талдауының статистикалық мәліметтерін және желі бөліктері арасындағы деректерді тарату жылдамдығы кестесін алуға мүмкіндік берді. Бұл кезде толықтай дайындалған желі тұрақты жұмыс істейді, пайдаға асырылатын дестелер аз, талап етілетін тиімділік желінің кеңеюіне мүмкіндік беретін жұмысқа жарамдылық күйінде, сонымен қатар дайындалған желінің бөліктері арасындағы атқарымдық байланыстар көрсетілген;

- NetCracker 4.1 бағдарламасында екі жергілікті-есептеу желісінің дайындалған сымсыз желінің дайындалған ұқсас модельдері көрсеткендей, пайдаға асырылатын дестелердің көп бөлігі бағдарлағыштан кейін болады. Бұл бағдарлағыш барлық дестені өңдей алмауымен байланысты, сонымен қатар, сәйкес келмейтін тағайындама адрестері бар дестелер бұл желі бойынша бағдарлағышпен тексерілгеннен кейін тасталады. Пайдаға асырылған

дестелердің ең үлкен пайызы Эрланг заңы бойынша трафикті тарату кезінде беріледі, яғни дестелер Эрланг заңы бойынша туындағанда және дестелер арасындағы уақыт Эрланг бойынша таратылу кезінде орындалады. Uniform заңы бойынша таратқыш дестелерге қатысты айтсақ – пайдаланылған дестелердің саны бірнеше төмен, және пайдаланылған трафиктің ең аз шамалары экспоненциалды саны бойынша алынады, және де ол, дайындалған желіде қарапайым ағынның ағып өтетінін дәлелдейді;

– алғашқырет дауыстық өлшеулерді дестелеу үрдісін бейнелеу бойынша C++ бағдарламасы құрылды.

Тәжірибелік маңыздылығы:

- IP-PBX Asterisk платформасында жергілікті желілер артықшылықтары туралы диссертациядан алынған қорытындылар оларды қазіргі заманғы деректерді беру жүйелерінде (Қазақстан Республикасында қалыптасқан жағдайларда) қолдану тиімділігі мен келешегін айғақтайды;

- IP-PBX Asterisk платформасында жүргізілген жергілікті желілердің теориялық және тәжірибелік зерттеулерінің нәтижелері экономикалық әсер берді, оған диссертациялық жұмыс нәтижелерін енгізудің сәйкес актілері дәлел.

Қорғауға шығарылған негізгі ғылыми ережелер:

- NetCracker бағдарламалар бумасының негізінде іске жарату коэффициентін анықтаумен құрылған желідегі еліктемелік модельдер;

- IP телефонияға арналған әр түрлі қызмет режимдерін және батырмаларын қамтамасыз ету мен жоғары деңгейде қорғалған жергілікті корпоративтік ақпаратты беру желілер жұмысының еліктемелік моделі;

- құрылған желінің клиент-серверлігіне арам ниетті шабуыл жасау сұлбасы;

- OPNET Modeler v.14 қабықшасында құрылған әр түрлі жүктелім кезінде талдау жасаумен еліктемелік модельдер;

- дестелеу анимациясы.

Докторанттың жеке үлесі. Диссертациялық жұмыста көрсетілген және ғылыми жаңалық болып табылатын барлық нәтижелер ғылыми жетекшінің басшылығымен, жеке автормен алынды.

М.З. Якубова жұмысына NetCracker және OPNET Modeler v.14 бағдарламалық орталарында модельдеу бойынша қойылған тапсырмалар тиесілі.

Зерттеу нәтижелерін қабылдау. Теориялық және тәжірибелік зерттеулерінің нәтижелері екі ЖЕЖ қызметінің технологиясында жүзеге асырылған. Осы орнатылым жұмысы AsteriskNow телефониясының ашық бағдарламалық сервер негізінде орындалады. Тәжірибелер жүргізу үшін NetCracker 4.1 бағдарламалар бумасының негізінде еліктемелік модельдеу құралдары пайдаланылады. Қазіргі уақытта модель Қарағанды мемлекеттік техникалық университетінің ТБЖ кафедрасында орналасқан.

Зерттеудің негізгі нәтижелері «IFOST-2016» халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында (Новосибирск, Ресей), «EDM-2016» халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында (Новосибирск, Ресей),

«World Science» халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында (Дубай, БАЭ, 2016), Қазақстан Республикасының ғылым академиясының геология және техникалық ғылымдар сериясының хабарламаларында (Алматы, 2017) баяндалып, талқыланды.

Диссертация тақырыбы бойынша басылымдар. Жұмыс нәтижелері туралы диссертация тақырыбы бойынша 12 басылым жарыққа шықты, оның ішінде 7 – ҚР БЖҒМ білім және ғылым саласын бақылау комитетімен ұсынылған ғылыми баспаларда, олардың 2-уі зияткерлік меншікке ие, 4-уі Scopus базасына кіретін журналда, 4-уі Thomson Reuters базасына кіретін журналда, 4-уі конференция материалдарында, олардың 3-уі шетел конференцияларында.

Жұмыс құрылымы мен көлемі. Диссертация кірістен, төрт тараудан, қорытындыдан, 110 атау мен қосымшалардан құрылған әдебиет тізімінен тұрады. Негізгі бөлігі машиналық баспа мәтінмен 109 бетте мазмұндалған. Жұмыста 90 сурет, 10 кесте мен 2 қосымша бар

Диссертация мазмұны

Бірінші тарауда диссертациялық жұмыстың негізгі ғылыми жұмыстарына, мақсат өзектілігі мен тапсырмаларына шолу жүргізілген.

1 тарау келесіні сипаттайды: телекоммуникация желісінде бағдарламалық IP-PBX жұмысы бойынша қолданыстағы зерттеулерді шолу және талдау; бағдарламалық IP-PBX жүйелері мен дәстүрлі PBX жүйелерін салыстырмалы талдау; жүйенің интерфейстері Asterisk жергілікті желісінің клиенттермен бірге жүйелер интерфейсі. Бұл тарауда «AsteriskNow» IP-телефониясының негізінде телефон жүйесінің кешенді шешімі ұсынылады. Бұл жобаның өзектілігі бағдарламалық IP-АТС Asterisk Now кеңселік және корпоративтік деңгейдегі басқа қазіргі заманғы АТС-дан пайдаланылған кеңейтілген қызмет түрлері бар тиімді салым болып табылады. AsteriskNow бейне қоңырау шалу, байланыс конференциясын ұйымдастыру, факс жөнелту, IVR дауыс мәзірін біріктіру, көшіру, дауыстық пошта енгізу үшін қолайлы, сондай-ақ сервер арқылы өтетін барлық амалдар есебін жүргізеді және қымбат АТС үшін негізгі болып табылатын басқа да функцияларды жүзеге асырады. Бұл бағдарламалық өнім GPL лицензиясы бойынша толық тегін беріледі және Интернет арқылы еркін таратылады.

Бағдарлама толығымен модульдік құрылымды қолдайды, барлық функцияларды толықтай іске асыруға, көптеген жаңа функцияларды қосуға және (кез-келген кеңселік АТС шеше алмайтын) VoIP хаттамасына қолдау көрсетуге мүмкіндік беретін кеңейтілген қосымшалары бар. Қоңыраулардың барлық кіріс және шығыс көшірулерін сипаттайтын өзіндік орнатылған тілінің арқасында пайдаланушы кіріс және шығыс қоңырауларын логикалық өңдеуді дербес түрде жасауға қабілетті. AsteriskNow түрлі дерекқорлармен және WEB-сервистермен өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жүйе FastAGI, AMI интерфейстері мен басқа да көптеген қосымшаларды қолдай алады, бұл әртүрлі бизнес-қосымшалармен және бағдарламалық қосымшалармен біріктіруге кең мүмкіндіктер береді.

AsteriskNow негізінде құрылған барлық корпоративтік жүйелер жоғары жүктемемен жұмыс істей алады және жүйені одан әрі дамытуға және үлкендетуге мүмкіндік береді.

Қорытынды: Осылайша, бағдарламалық IP-PBX, соның ішінде AsteriskNow оған тән көптеген артықшылықтар арқасында сұранысқа ие. Университетте орнатылған бағдарламалық АТС Asterisk PBX студенттерге оны АТС ретінде пайдалануды үйренуге және Linux операциялық жүйесінде пайдаланушы тіркеу, конференциялар, кеңейту карталарымен жұмыс істеу және т.б. бойынша түзету жұмыстарын үйренуге мүмкіндік береді.

Екінші тарауда келесілер қарастырылды: Asterisk бағдарламалық жүйесінің құрылымы; оның операциялық жүйесі, CentOS ОЖ артықшылықтары, Elastix дистрибутиві, IP-PBX AsteriskNow қолдайтын кодектер, Asterisk жүйесінің абстракция компоненттері (арна қабатын технологиялық іске асыру және абстракция қабаты). Желінің тұрақты жұмысы бойынша ауа бойымен жүргізілген тәжірибелерімен IP-PBX AsteriskNow негізінде кеңсе үшін байланысты ұйымдастыру сұлбасы жасалды. Бұл жағдайда, микрожолалық антенна орнату кезінде сымсыз байланыс көрсеткіштері мұқият есептелді. Келесі есептеулер жүргізілді: МЖА жобалау көрсеткіштері; МЖА тиімді диэлектрлік өткізгіштігі; МЖА толқындарының кедергісі; қорек орнын бастапқы таңдау жасалды; МЖА көрсеткіштерінің жиілікке тәуелділігі; жұмыс жиілігінің диапазоны анықталды; сәуле таратушыда ПӘК пен жоғалулар анықталды; жолақтық желіжолдар көрсеткіштері анықталды; қорек сұлбасының ПӘК-і есептелді, антенналық тор ДБК есептеледі; антенна күшейту коэффициенті мен бағытталу диаграммасы табылды, микрожолалық антенна сипаттамаларына өндірістік қателер әсерінің зерттеуі жүргізілді.

Микрожолалық антенналарды, олардың сымсыз арналардағы радио таратылымдарда қасиеттерін зерттеу радиорелейлік және спутниктік байланыс жүйесінде магистральдық арналардың рөлін атқарады және телевизиялық және радио хабарларын тарату үшін қолданылады. Алынған нәтижелер микрожолалық антенналарды өндіруде жоғары дәлдікті қамтамасыз ету қажет екенін көрсетті.

Қорытынды: құрылған стенд бағдарламалық Asterisk негізінде сымсыз шешімді өзара әрекеттесуді қамтамасыз ету үшін орнатылған микрожолалық антеннаны зерттеуге мүмкіндік береді.

Үшінші тарауда, құрылған желіде IP-PBX AsteriskNow пайдаланушы қоңырауларының өлшенген нақты трафигінің сандық сипаттамаларына талдау жүргізілген, Колмогоров-Смирнов ($D_{\max}$), Шапиро-Уилк (W) и «хи-шаршы» (χ^2) келісімдерінің белгілерін қолданумен түскен транзакттерді тарату заңы түрінде болжамға статистикалық тексеріс жүргізілді, AsteriskNow негізіндегі желінің клиент-серверлігіне арам ниетті шабуылдардың сұлбасы құрылды. Шабуылдарды зерттеу барысында бейнеконференцияға қатысушылардың компьютерлерінің MAC мекенжайлары, осы жағдайда жасалған дестелер саны анықталды. Содан кейін нәтижелер талданды және желілік құрылғының

бағдарламасын жаңарту, желілік трафикті шифрлау сияқты ішкі желілерді қорғау бойынша ұсыныстар әзірленді. Сонымен қатар, желінің қатынау орнындағы трафик көлемі AsteriskNow IP PBX бағдарламасы негізінде есептеледі. Зерттеу кезінде модель уақытында желінің әрекеті, модельдеу үрдісінде желімен жүріп өткен жалпы бит саны, желі құраушыларының арасында жүктелімді тарату сияқты сипаттамалар алынды.

Сондай-ақ, осы тарауда Opnet Modeler v.14 бағдарламалар бумасының негізінде IP-PBX AsteriskNow ЖЕЖ еліктемелік модельдеу әзірленді, мұнда әр түрлі коммутаторлар арасында магистральдік арна арқылы берілетін деректерді беру жылдамдығы көрсетіліп, Asterisk арнасындағы ең жоғарғы жылдамдық анықталды. Модельдеу кезіндегі әдіснама Opnet Modeler v.14 бағдарламалар бумасының негізінде IP-PBX AsteriskNow ЖЕЖ модельін құру кезінде желі өнімділігін зерттеп, трафикті таратудың әр түрлі заңдарын көрсетуге, серверде іркіліс уақытын көрсетуге және т.б. желіні жобалау кезінде қажетті көрсеткіштерді беруге мүмкіндік береді.

Мұнан басқа, NetCracker 4.1 бағдарламалық ортасында еліктемелік модельдер құрылды. Мұнда, экспоненциальді, Эрланг және униформ тарату заңдары бойынша транзакттерді тарату кезінде еліктемелік тәжірибе уақытында алынған дестелерді іске жарату статикалық деректері қарастырылған.

Қорытындылар: телетрафик теориясына сәйкес, ақпараттық желілерде трафиктің классикалық моделі пуассон (қарапайым) ағыны болып табылатыны көрсетілген. Статистика бағдарламасында эмприкалық қатардың шақыртулары арасында аралықтарды тарату кездейсоқ шамаларының шамалық мәндері анықталды. Шақыртуларды тарату қалыптылығына бағалау жүргізілді.

NetCracker 4.1 және OpnetModeler v.14 бағдарламаларында еліктемелік модельдер құрылды.

Төртінші тарау IP-телефония желісін деректерді ұстап қалудан қорғауға арналған және арам ниетті шабуылдардан қорғау шаралары көрсетілген.

Сонымен қатар, аналогтық дауыстық сигналдарды цифрлеу кезінде дестелеу алгоритмдері қарастырылған.

Қорытындылар: құрылған желіні деректерді ұстап қалудан қорғау бойынша нұсқаулар жасалды. C++ бағдарламасында дестелеу үрдісінің бағдарламасы жасалды.

1 БАҒДАРЛАМАЛЫҚ IP-PBX ЗЕРТТЕУ БАҒЫТЫ БОЙЫНША ҚАЗІРГІ ЗЕРТТЕУЛЕРГЕ ТАЛДАУ ЖҮРГІЗУ ЖӘНЕ ШОЛУ

1.1 Негізгі ғылыми жұмыстарға шолу

Екі он жылдықтан астам бұрын сөздік хабарламаларды беру үшін тасымал ретінде IP (Internet Protocol) хаттамасының негізінде дауысты беру технологиясы дамуының жаңа айналымы басталды [1]. Сол кезде, тұрмысқа, IP-телефония немесе VoIP (Voice over IP), компьютерлік телефония, дестелік телефония және дестелік коммутациямен желілер бойынша дауысты берудің басқа да әдістерін сипаттайтын терминдер енді. Мұнда дестелік желілер бойынша изохрондық трафикті беруді қамтамасыз ету маңызды болатын. Бұл уақыт даму эволюциясының кезекті айналымында All over IP концепциясына сәйкес бағытталған болатын, яғни, 1983 жылдан кеңінен таралған TCP/IP (TCP – Transmission Control Protocol) хаттамалар түйінін IP хаттамаларымен бірігіп қолдану. Бұл Интернет желісін тасымал ретінде қолдануға, конференц байланыс ұйымдастыруға мүмкіндік берді және дәстүрлі телефонияға қарағанда, аз шығындары бар шексіз жаңа қосымша қызмет түрлерін құруға мүмкіндік берді.

IP желілері бойынша дауысты беру технологиясы компьютерлік желілерге телефондарды біріктіруге негізделген. IP-телефония классикалық телефон желісінің дәстүрлі қызмет түрлерімен (қоңырауды күту, көп арналы нөмірлер, конференц байланыс және т.б.) қатар келесі мүмкіндіктерді береді:

- мәліметтерді компрессиялау алгоритмінің есебінен арналардың өткізу жолағын тиімді пайдаланады;
- мультимедиялық трафикті беру (дауыс, мәліметтер және бейне) желісін басқаруды кеңейтеді;
- қалааралық және халықаралық қоңырауларға кеткен шығынды қысқартады;
- қолданушыларға телефон байланыс әдісін таңдауға мүмкіндік береді.

Бұл – аса ірі және өте кіші жүйелерді құруға мүмкіндік беретін дербес компьютер үшін кеңейту базаларының негізіндегі ашық технология.

Компьютерлік телефонияны қолданудың негізгі салаларына келесілер жатады:

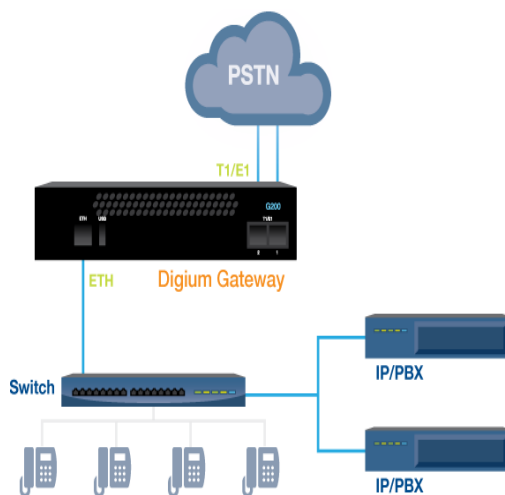
- телефондық байланыстарды компьютерлік басқару (зияткерлік коммутация, телефон қоңырауларын зияткерлік тарату, телефон желіжолдарын келісу);
- телефондық абоненттің ақпараттық компьютерлік жүйелермен дауыстық сұхбаты (ақпараттық-анықтамалық жүйелер, «электрондық кеңсе» жүйелері, телефон арқылы тапсырысты қабылдау жүйелері);
- телефон қоңырауларын компьютерлік бақылау (телефон сөйлесулерін дискке жазу, жалпы хабарлама жүйелері);
- internet-телефония (Internet арқылы телефон желілеріне жалпы қатынау, Internet арқылы факсимильдік хаттарды беру).

IP-телефония бизнесті жүргізу тиімділігін арттырады және әр түрлі бизнес қосымшаларымен интеграция сияқты бұрын мүмкін болмаған әр түрлі амалдарды жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Дәстүрлі телефонияға келсек, ол арналарды коммутациялау технологиясын қолданады. Мұнда, абоненттер арасында АТС (автоматтық телефон станциясы) коммутаторларында байланыс орнату әдісімен тікелей арна орнатылады, ол электромеханикалық немесе цифрлық станция болуы мүмкін. Орнатылған жол (арна) сөйлесу кезінде ажыратылмайды. Осылай бір жағынан, дәстүрлі телефония іркілістер бойынша жақсы көрсеткіштерді қамтамасыз етеді, олар тұрақты және желіге түскен салмаққа тәуелді емес. Бірақ, арналар тиімсіз пайдаланылады, барлық арналар бос болмаған жағдайда, байланысты орнату жолында жаңа қоңырау қабылданбайды. Қалааралық, әсіресе, халықаралық қоңыраулардың құны мұндай желілерде өте жоғары болады, себебі, сөйлесу кезінде абоненттер арасында үлкен құрама арна жалға алынады, сәйкесінше, байланыс желіжолдары мен жабдық жалға алынады.

Дестемен коммутациялар желісінде мұндай кемшіліктер жоқ. Мәліметтер желісі арқылы алдын-ала өңделген (цифрлау, қысу) дестелер беріледі, сондықтан, желі ресурстары тиімдірек қолданылады.

Жоғарыда айтылғандармен, IP-телефония серпінді дамып келе жатқан телекоммуникация саласы болып табылады. Мәліметтерді беру трафигінің үлесі мен телефония трафигінің орны ауысып отырады [2]. 1996 ж. алғашқы серверлік PBX (Private Branch eXchange)- шешімі шықты. 1999 ж. Mark Spencer IP-PBX Asterisk жасап шығарды (сурет 1.1).



Сурет 1.1 – PBX серверлік шешімі

Asterisk телефондық жүйесі кеңінен таралды, ол IP-телефония серверінің амалдарын орындайтын және кең мүмкіндіктерге ие бағдарламалық IP-PBX, бос бағдарламалық жасақтама болып табылады, яғни, бағдарламаны тегін пайдалану және бастапқы кодты түзету мүмкіндігі бар [3].

IP-телефониясының дамуымен қатар дабыл хаттамалары да H.323 стандартының хаттамаларынан (Session Initiation Protocol) сеанс бастамалар

хаттамаларына осы желілерді құру технологияларына сәйкес дамыды. VoIP желісінде алғашқы стандартталған дабыл хаттамасы H.323 болды, ол электр байланысының халықаралық кеңесінің МСЭ-Т (ITU-T, International Telecommunications Union – Telecommunications) телекоммуникацияны стандарттау секторымен жасалған болатын. H.323 хаттамаларының негізінде құрылған желілер телефон желілерімен бірігуге бағытталған және мәліметтерді беру желілеріне енгізілген ISDN желілері ретінде қарастырылуы мүмкін. IP-телефонияның мұндай желілерінде байланысты орнату үрдісі ITU-T Q.931 нұсқауына негізделеді. Мұндай нұсқа қалааралық және халықаралық байланыс қызметтерін ұсыну үшін IP дестелерін таратумен желілерді қолданғысы келетін жергілікті байланыс операторларына бағытталған. 1999ж. IETF (Internet Engineering Task Force) Интернет мәселері бойынша жұмыс тобы дабылдық SIP (Session Initiation Protocol) хаттамасы ретінде HTTP (Hypertext Transfer Protocol) хаттамасының негізінде ұсынды. IP-желілерінің қарқынды дамуы мен арналардың өткізу мүмкіндігінің өсуі түскен салмаққа сәйкес қажетті өткізу жолағын бөлу мәселесін шешті.

W.Leland, M.Taqqu, W.Willinger и D.Wilson [4-6] американдық зерттеушілердің жұмыстарында Bellcore корпорациясының зерттелген Ethernet желісі арқылы өтетін трафик сипатталған болатын.

QoS (Quality of Service) қызмет көрсету сапасын қамтамасыз етумен гетерогенді желіде өзгеріп отыратын трафик үшін келесі авторлардың жұмысында зерттеулер жүргізілген болатын: Шелухин О. И., Цыбаков Б. С., Яновский Г. Г., Нейман В. И., Кучерявый Е. А., Jiang W., Beran J. Медиа мәліметтер трафигі, мәліметтер трафигі сияқты ұзақ жадыға ие екені анықталды, телетрафиктің классикалық есебінен айрықша жаңа есептер әдістерін қажет етеді.

[7] тарауда, желі трафигі көпнұсқалы екені сипатталған, соңы және жоғары пульсациясы бар.

[8] Желідегі IP-дестелерді тоқтататұру саралау әдістері келесі жұмыста көрсетілген.

«Дабылдық трафикті болжауға негізделген SIP желілерінде шамадан тыс жұмыстарды басқару әдісін құру туралы» диссертациялық жұмысында [9] М.М.Кашин қазіргі телекоммуникация желілерінің зерттелмеген мәселесі - дабылдау желісінде артық жұмыс жасауды басқару мәселесін қарастырған.

«IP телефонияның ақпараттық қауіпсіздігін кілттерді тарату хаттамаларының ықтимал уақыт сипаттарын есепке ала отырып көтеру туралы» [10] диссертациялық жұмыста М.М. Ковцур ақпаратты қауіпсіз беру жағынан VoIP-желісін қарастырды.

[11] жұмыста «VoIP телефонияны жерсеріктердің тыңдауынан қорғау» тақырыбы қарастырылған.

[12] жұмыста әр түрлі артық салмақты есепке алғанда SIP хаттамасы бойынша пайдаланушылар сеанстарын орнату үрдісі қарастырылған.

[13] жұмыста шу жағдайында белгілі сөздік базасы бойынша қазақша сөздерді тану Asterisk бағдарламалық коммутациялық жүйе негізінде қарастырған.

[14] ғылыми жұмыстың авторы мультисервистік желіде сессиялар тиімділігін талдау үшін ықтимал модельдерді құруды жүзеге асырады.

[15] жұмыста арналар мен дестелерді коммутациялаумен гибридтік желілерде дабылдық хаттарға қызмет көрсету көрсеткіштерін талдау әдістерін құруды қарастырған.

Дестелерді коммутациялаумен желі бойынша сөздерді беру кезінде жоғалған дестелерді ауыстырудың жаңа алгоритмі [16] жұмыста қарастырылған.

[17] жұмыста келесі ұрпақ байланыс желілерінде желілік ресурстарды тарату үлгілерінің сипаттарын тиімді ету, зерттеу және құру қарастырылған.

Мекемелік инфокоммуникациялық жүйелер үшін жабдық бейнеарнасының өткізу мүмкіншілігін жоғарылату [18] жұмыста қарастырылған.

Қазіргі байланыс желілерінде инфокоммуникациялық қызметтерді ұсыну механизмін сипаттау [19] жұмыста көрсетілген.

[20] жұмыста IP-телефония негізінде шақыруға қызмет көрсету орталықтарында ақпараттық қызметті ұсыну бойынша мультисервистік орталық моделін жасау және зерттеу көрсетілген.

IP-телефонияны теміржол көлігінде қолдану тиімділігі [21] жұмыста көрсетілген және [22] IP-телефония қолданып теміржол көлігінде ақпарат алмасу жүйесі сипатталған.

[23] жұмыста сәуле шығаратын кәбілді қолданумен IEEE 802.11 Radio-Ethernet мобильдік қатынау стандарты кезінде IP-телефонияның сапасы қарастырылған.

IP негізінде контакт орталықтарының бас тартуға беріктігі туралы әдістер мен құралдар [24, 25] жұмыстарда қарастырылған, ал [26] жұмыста NGN контакт-орталықтары зерттелген.

IP-телефонияның қорғалған жүйелерін талдау әдісі [27] жұмыста қарастырылған.

Мультимедиялық IP-трафиктің статикалық сипаттарының қызмет көрсету сапасына әсері [28, 29] жұмыстарда зерттелген.

[30] жұмыста қалалық мультисервистік жүйенің иерархиялық деңгейлері зерттелген және модельдер жасалған, ал [31] жұмыста IP-жүйе негізінде ақылды қала зияткерлі көліктік жүйе әдістерімен модельдері қарастырылған.

[32] жұмыста нақтыланбаған қисын негізінде мультисервистік бағыт көрсеткіш кезектілігінде трафикті өңдеу әдістері қарастырылған, ал [33] жұмыста шумен жұмыс істейтін арналар үшін табылмайтын стегожүйелер қарастырылған.

1.2 IP-PBX

IP-PBX (IP-АТС) PBX (УАТС) сөзінен қысқарған – аппараттар арасында байланысты, яғни, коммутацияны орнатуды, қолдауды және үзуді қамтамасыз ететін желіаралық IP хаттамасасының негізіндегі АТС.

PBX ішкі нөмірлік жоспар, қоңырауды көшіру, шегеруге қою, тағы басқа телефон функцияларының көмегімен ішкі қолданушылардың шексіз саны арасында шектелген ресурстарды (қала желілері және нөмірлер) бөлуге мүмкіндік береді.

Дәстүрлі ТАТС жүйелер арналарды (байланыс желіжолдарын) электр тоғының тізбегін көшіру арқылы қосады. Жана PBX жүйелері дестелерді TCP/IP желісіне қосады, олар IP-PBX деп аталады. Байланыстың дәстүрлі желіжолдарын қолдай алатын IP-PBX гибридік деп аталады. Дәстүрлі телефон арналарын IP дестелеріне конвертациялау амалдарын жеке құрылғылар да орындай алады – VoIP адаптерлер немесе VoIP шлюздер, олар әрі қарай IP телефония хаттамасы бойынша IP-PBX қосылады [34,35].

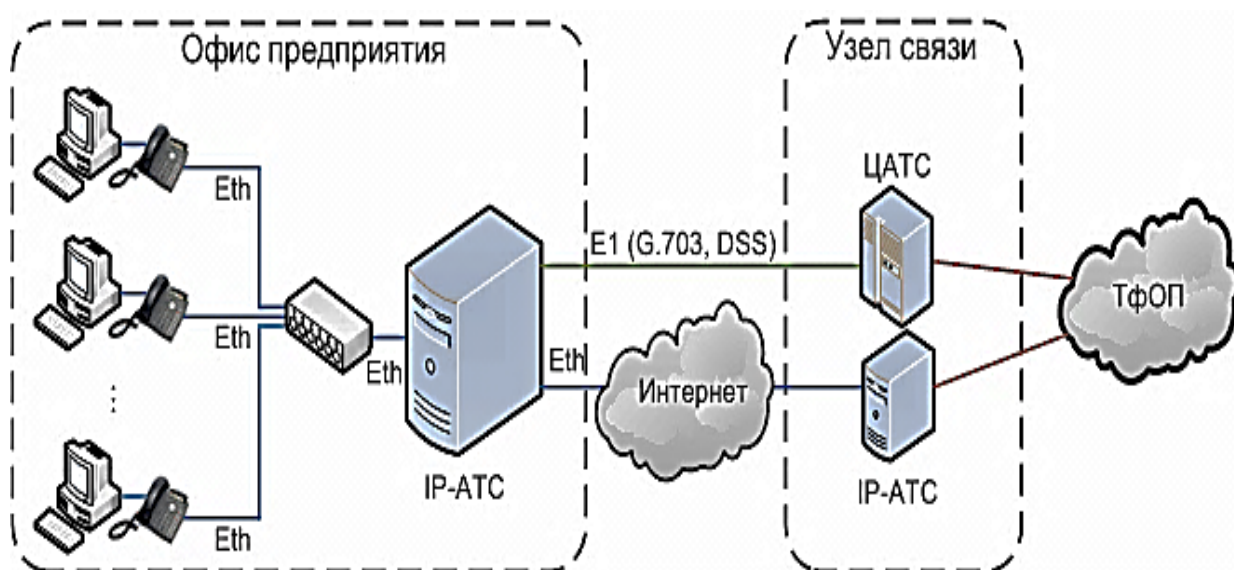
Қарапайым ТАТС сияқты IP-PBX сол және басқа да амалдарды орындауға шақырылды. Себебі, барлық функциялар бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы жүзеге асырылған, сондықтан IP PBX мүмкіндерін арттыру, жаңарту және қателіктерді түзеу оңай.

Бүгінгі күні IP-PBX IP-АТС үш түрін кездестіруге болады [36]:

- аппараттық IP-PBX – алдын-ала орнатылған бағдарламалық қамтамасыз етуі бар арнайы жабдық түрінде келеді. Осыған ұқсас шешімдерде аппараттық бөлігі жетілдіруге келмейді, орталық процессор CPU (Central Processing Unit), DDR (Double Data Rate), қатқыл диск HDD, алғашқы қатынау PRI (Basic Rate Interface) және мөлшерін өзгерту тиімді емес. Негізгі өкілдері: AddPac, Alcatel, Avaya, Cisco, Nortel, Panasonic, Zultys (сурет 1.2);

- бағдарламалық IP-PBX – PC-компьютерінің негізінде АТС кеңейтуге арналған, Asterisk бағдарламалық қамтамасыз етуі орнатылған, дайын Linux-дистрибутивтері немесе Windows: 3cx; AsteriskNow (операциялық жүйе) операциялық жүйелері үшін орындаушы файлдар. AsteriskNOW құрамында Линукс, Asterisk ОЖ дистрибутивтері, DAHDI драйвер-фреймворк және АТС FreePBX GUI әкімшілік интерфейсі бар. AsteriskNOW қажетті бағдарламалық қамтамасыз етуді автоматты түрде орнату есебінен арнайы телефония шешімдерін құруға мүмкіндік береді. Asterisk және Linux орнату және жүргізу ыңғайлы AsteriskGUI (Unix-пайдаланушыны); Elastix (бір интерфейсте IP-АТС, электрондық поштаны, биллинг, Jabber-сервер, факс-сервер, CRM-жүйесін және топтық жұмысты ұйымдастыруға арналған құралдарды) біріктірген ашық алғашқы коды бар біріздендірілген коммуникация үшін платформаны қолдану арқылы шешіледі. Elastix веб-интерфейске ие және келесі мүмкіндіктерге ие: колл-центр ұйымдастыру, сөйлесулерді, дауыстық поштаны, IVR жазып алу, аудиоконференцияны жазып алу. Бұл топтың артықшылықтары: Vmware виртуалды машинасының негізінде виртуалдық кеңістікте жұмыс жасау мүмкіндігі, XEN (кроссплатформалық гипервизор, GPL лицензиясының шарттарына сәйкес таралады, аппараттық виртуализациядан басқа

паравиртуализации режимін қолдайды, гипервизордан тыс құрамдарды шығару есебінен гипервизор коды минималды болады); KVM – Kernel-based Virtual Machine (Intel VT (Virtualization Technology) немесе AMD SVM (Secure Virtual Machine) негізінде аппараттық виртуализацияны қолдайтын x86 платформасындағы Linux ортасында аппараттық виртуализацияны қолдайтын бағдарламалық шешім; VirtualBox – Oracle VM VirtualBox (Microsoft Windows, Linux, FreeBSD, macOS, Solaris/OpenSolaris, ReactOS, DOS және басқа операциялық шешімдер үшін виртуализацияның бағдарламалық өнімі), сонымен қатар аппараттық сипаттамаларды таңдау икемділігі. Арнайы Digium, OpenVox, Sangoma PCI-платаларының көмегімен жіпсіз IP-PBX инфоқұрылымға PRI, ISDN BRI цифрлық порттар және аналогтық FXO, FXS көмегімен қосуға болады.

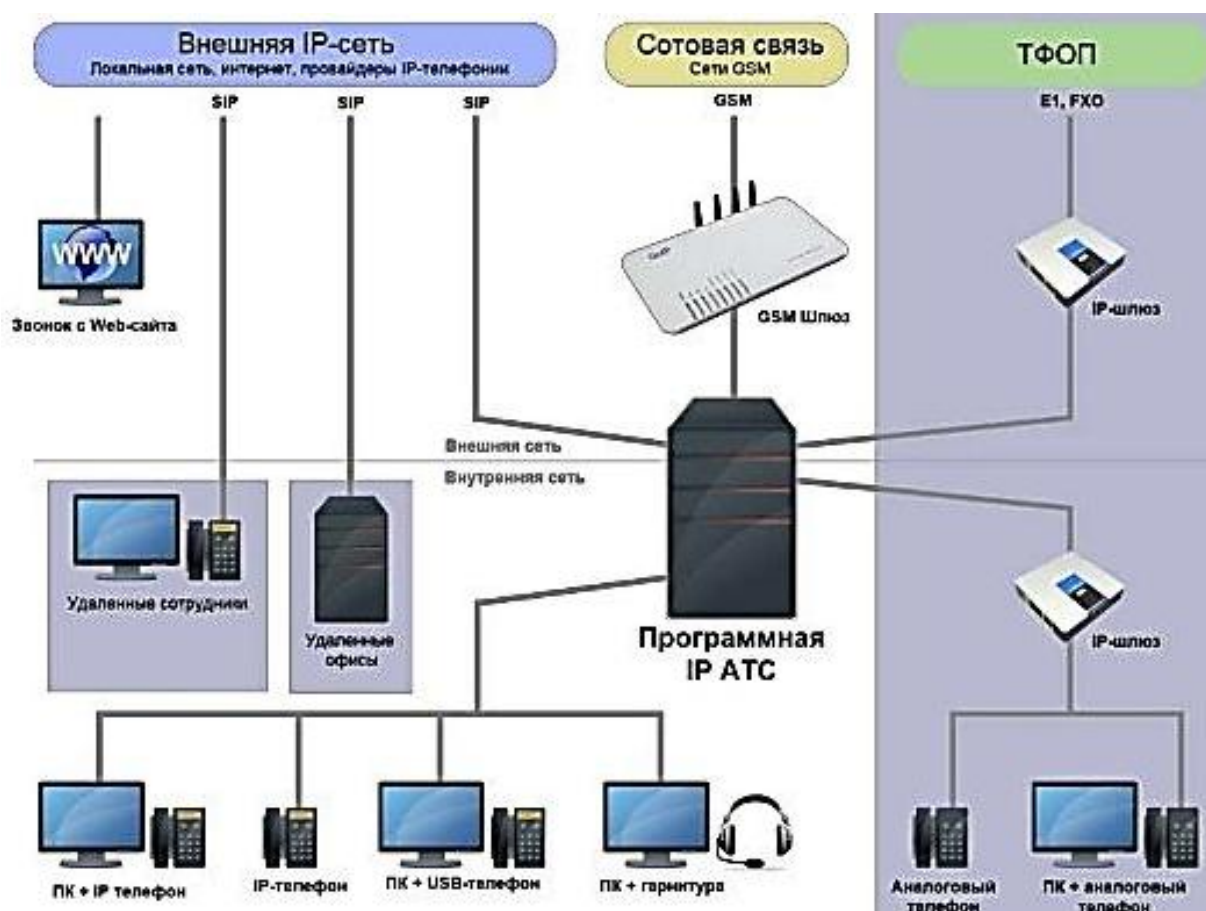


Сурет 1.2 – аппараттық IP-PBX негізіндегі IP-телефонияны ұйымдастыру сұлбасы

- виртуалдық АТС – тұтынушы компаниясының кеңсесінде софтверлік бағдарламалық АТС немесе телекоммуникация компаниясының аппараттық АТС-да Интернетті және IP-телефонияны (VoIP телефондарын) қолдану есебінен корпоративтік телефонияны ұйымдастыру бойынша байланыс операторларының немесе Интернет провайдерлерінің қызметі.

Танымал ашық қатынау коды бар IP-PBX жүйелері болып келесі бағдарламалық IP-PBX табылады: (сурет 1.3):

- Asterisk;
- FreeSWITCH;
- SipXecs;
- Yate.



Сурет 1.3 – Бағдарламалық АТС қосу сұлбасы

1.3 Asterisk құрылымы

Asterisk 1999 жылы Марк Спенсермен құрылған, GPL лицензиясының шарттарында ұсынылған Digium компаниясының ашық алғашқы коды бар шешім. Бұл қосымша Linux, FreeBSD, OpenBSD, Solaris және тағы басқа операциялық жүйелерде жұмыс жасай алады.

Asterisk құрылу кезеңінде жергілікті Private Branch Exchange (PBX) болып табылды және конфигурацияның статикалық файлдар көмегімен түзетіледі.

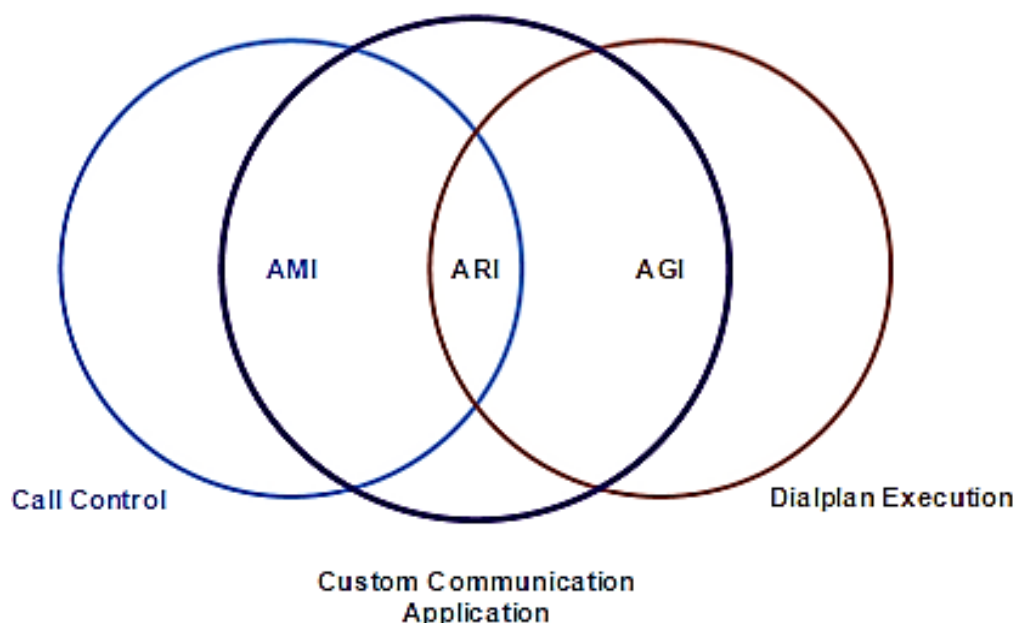
Бұл негізгі тапсырмаларды жүзеге асыру үшін жеткілікті еді, бірақ сыртқы қосымшалармен Asterisk шақыруларын басқару қажет. Сондықтан, келесі түрлі тапсырмаларды орындай алатын екі API енгізілген болатын [37]:

- AGI (Asterisk Gateway Interface) – сыртқы қосымшаны (скрипті) Asterisk диапанынан шақыра алады және оған арнаны басқаруды тапсыра алады. Интерфейс синхронды болып табылады және AGI арқылы әрекеттер аяқталмағанша кері жүрмейді;

- AMI (Asterisk Manager Interface) – Asterisk сырқы қосымшасына TCP/IP хаттамасы арқылы жағдайларды есептеуге командалар жіберуге мүмкіндік беретін интерфейс. AGI командасына қарағанда, AMI командасы жағдайларды басқарудың асинхронды интерфейсі болып табылады. AMI арналар күйі мен шақырауларды құру туралы ақпарат алу үшін қолданылады.

Осы API негізінде Asterisk қолданатын күрделі қосымшалар құрылған болатын.

12 нұсқадан бастап, Asterisk жүйесінде AMI және AGI байланысына қосымша болып табылатын Asterisk REST Interface (ARI) пайда болды (сурет 1.4).



Сурет 1.4– Application program interface

Бұл интерфейс сыртқы қосымшаға шақыруларды басқаруға мүмкіндік береді, сонымен қатар, орнатылған Websocket сервері бар. **AGI** арнаны теру жоспарын орындауға мүмкіндік береді. **AMI** шақыруларды жоғары деңгейде басқарады. **ARI** DialPlan Asterisk диапланын сіздің өзіндік қосымшаңызға ауыстыруға мүмкіндік береді.

ARI қосымшасындағы негізгілер:

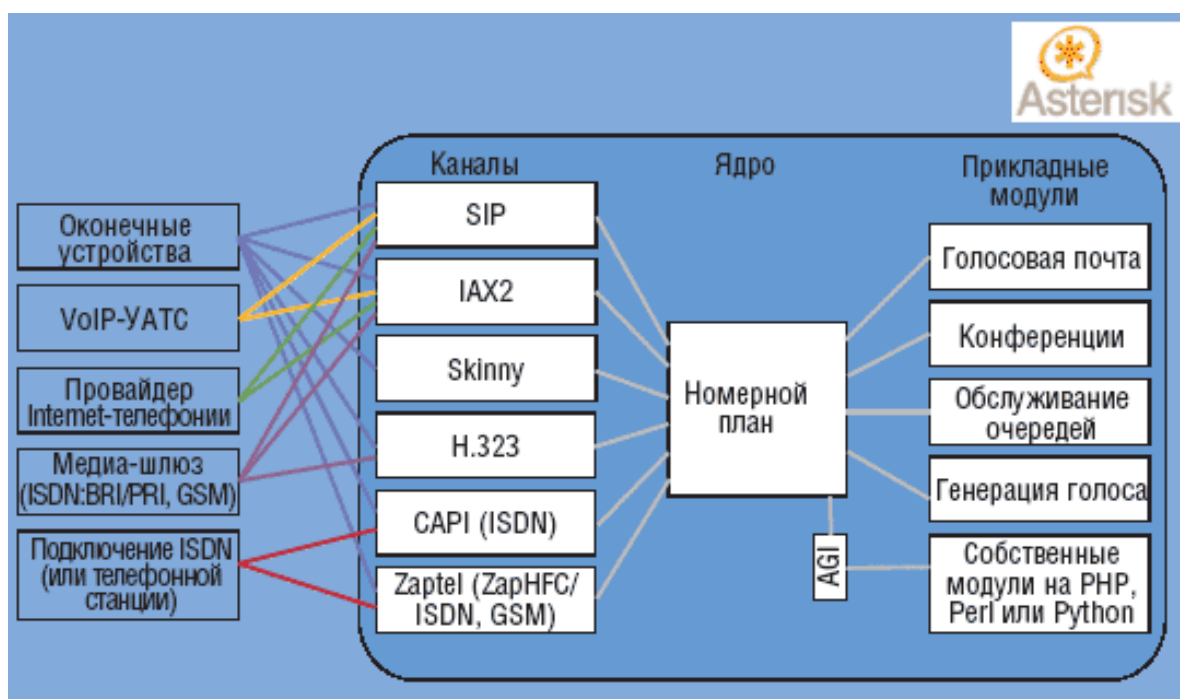
- орнатылған Websocket сервер;
- dialplan үшін қосымша Stasis деп аталады;
- API арқылы шақыруларды басқару;
- Websocket сервер Stasis қосымшасында болып жатқан жағдайлар туралы ақпаратты береді;
- REST – Representational state transfer REST – таралған жүйелер үшін бағдарламалық қамтамасыз ету құрылымы. REST қосымша деңгейлер қолданусыз ақпаратты басқара алатын өте қарапайым интерфейс. Ақпараттың әр бірлігі URL сияқты глобальдік идентификатормен анықталады. Әрбір URL қатаң пішінге ие.

ARI кез-келген бағдарламалау тілінде қуатты телекоммуникация қосымшаларын құруға мүмкіндік береді. ARI REST: Asterisk, Bridges, Channels, Endpoints, Events, Recordings, Sounds, Applications, Playbacks, Devicestates, Mailboxes интерфейстері арқылы әдетте, channels, bridges, endpoints, media және

т.б. негізгі модульдерімен жұмыс жасауда қолданылатын Asterisk ресурстарына қатынауға мүмкіндік береді.

Асинхронды интерфейс болып табылатын ARI объектілер жағдайларын беріп, пайдаланушымен JSON көмегімен WebSocket арқылы бақыланады.

Asterisk, қажетті жабдықпен жиынтықта классикалық АТС барлық мүмкіндіктеріне ие. Бағдарламалық АТС негізгі құрамы VoIP-телефония сервері болып табылады. IP-телефония хаттамаларынмен аналогтық және цифрлық желіжолдарды да қолдайды. Модульдік құрылымы көпшілік бағдарламалау тілінде, сонымен қатар Asterisk өзіндік диалплан тілінде жазылған бизнес-шешімдерге ие [38] (сурет 1.5).



Сурет 1.5–Asterisk құрылымы

Asterisk жүйесінің өзегі келесі функцияларды қамтамасыз етеді:

- коммутация – арналарға (шақыруларды, жанама тапсырмаларды) коммутация жасау, әдетте, мұны қарапайым АТС немесе коммутатор орындайды. Бұл деңгейдегі тапсырма – көптеген аппараттық немесе бағдарламалық интерфейстер сипаттамаларын есепке алмай екі немесе бірнеше бағыттар арасында байланыс құру;

- жанама тапсырмаларды орындау – бұл деңгей абонент үшін берілген сервистік қызмет көрсетуді құру үшін тапсырманы (орнатылған да, пайдаланушының да) орындауды қамтамасыз етеді, мысалы, дауыстық пошта, конференц-байланыс, дауыстық файлдарды ойнату, мәліметтер базасымен жұмыс;

- кодтауды түрлендіру – кодтау түрі немесе бейне сурет бойынша біріккен арналардың сәйкестігін қамтамасыз етеді;

- тапсырмалар мен енгізу және шығару арналарын жоспарлау менеджері – бұл деңгейдің бағдарламалық блоктары әр түрлі деңгейде арналарға берілетін деректерді өңдейді, операциялық жүйе ортасында жүйе жұмысын басқарады, тапсырмалардың көпжақтылығын есепке ала отырып, орындалуын тиімді етеді.

Өзек API (Application program interface) төрт интерфейсін пайдаланады:

- аппараттық интерфейс – арнаның физикалық және логикалық сипатына ие, пайдаланушының ақпараты мен дабылдық ақпаратты өңдейді, оны қолдану кезінде кіріс және шығысқоңыраулар құрылады. Бұл деңгейдің анықтамалары VoIP (H.323, SIP, MGCP, SCCP, T.38), TDM/TDMoE (FXS, FXO, MF/MFC-R2, ISDN-BRI, ISDN-PRI, SS7) сияқты байланыстармен қамтамасыз етеді;

- телефонияның қосымшаны модульдік жүктеу интерфейсі – сервистік қызмет көрсетуді қамтамасыз ету немесе қажетті амалдарды орындау (дауыстық пошта, конференц-байланыс) үшін сәйкес анықтамаларды жүктейді;

- кодектерді өңдеу интерфейсі – бұл деңгей жүйеде дауысты немесе бейнені түрлендіруіне сәйкес жүктелетін анықтамаларға ие, мысалы, G.711A/Мu, GSM, LPC, G.723, G.726, G.729, MP3, H.261/263/p кодтау түрлері;

- файл пішіндерін өңдеу интерфейсі – жүйеде қатқыл дискте (компакт дискте де) дауыстық, графикалық және бейне ақпараттарын жинаудың сәйкес пішіндерін қалпына келтіретін анықтамалар жиыны. RAW, MP3, WAV, WAV49 (GSM), VOX (ADPCM), JPG, PNG сияқты пішіндерді қолдайды.

Осындай жүйе құрылымының арқасында Asterisk бағдарламалық қамтамасыз ету абстракцияның нақты бір деңгейінде платформа өзегінің амалдарымен, қазіргі технологиялар, сонымен қатар, жасалып жатқан технологиялармен жұмыс істей алады.

Asterisk IAX, H.323, SIP сияқты тағы басқа көптеген VoIP хаттамаларымен жұмыс істей алады.

IAX – VoIP IP-ATC Asterisk арасында мәліметтерді айырбастау хаттамасы. Хаттама көптеген дауыстық ағындарды біріктіріп, бір транк ішінде беруге мүмкіндік береді, IP дестелерін берумен байланысты шығындарды азайтады. Кемшілігі әзірше бейнені толық қолдай алмайды.

H.323 – PSTN қосылу мүмкіндігімен IP-желілері бойынша дауысты, бейнені, деректер мен факсті беру құралы ретінде жасалған. Ол IP-хаттамасы бойынша жұмыс жасайтын бейнеконференц-байланыс жабдығы үшін стандарт болып тбылады.

SIP – қосымшалар деңгейінің дабылдық хаттамасы. SIP интернет-телефония қоңыраулары сияқты мультимедиялық ақпараттармен алмасу сеанстарын орнату, түзету және аяқтау үшін қолданылады. SIP соңғы орындар арасында дауыстық мәліметтерді бермейді. Дауыстық мәліметтерді беру үшін (яғни, дауысты) RTP қолданылады.

IP-PBX Asterisk амалдарының стандартты жиынына келесілер кіреді:

- ішкі абоненттердің шексіз саны;
- қоңырауларды өңдеудің әр түрлі ережелері;
- интерактивті дауыстық меню;
- дауыстық пошта;

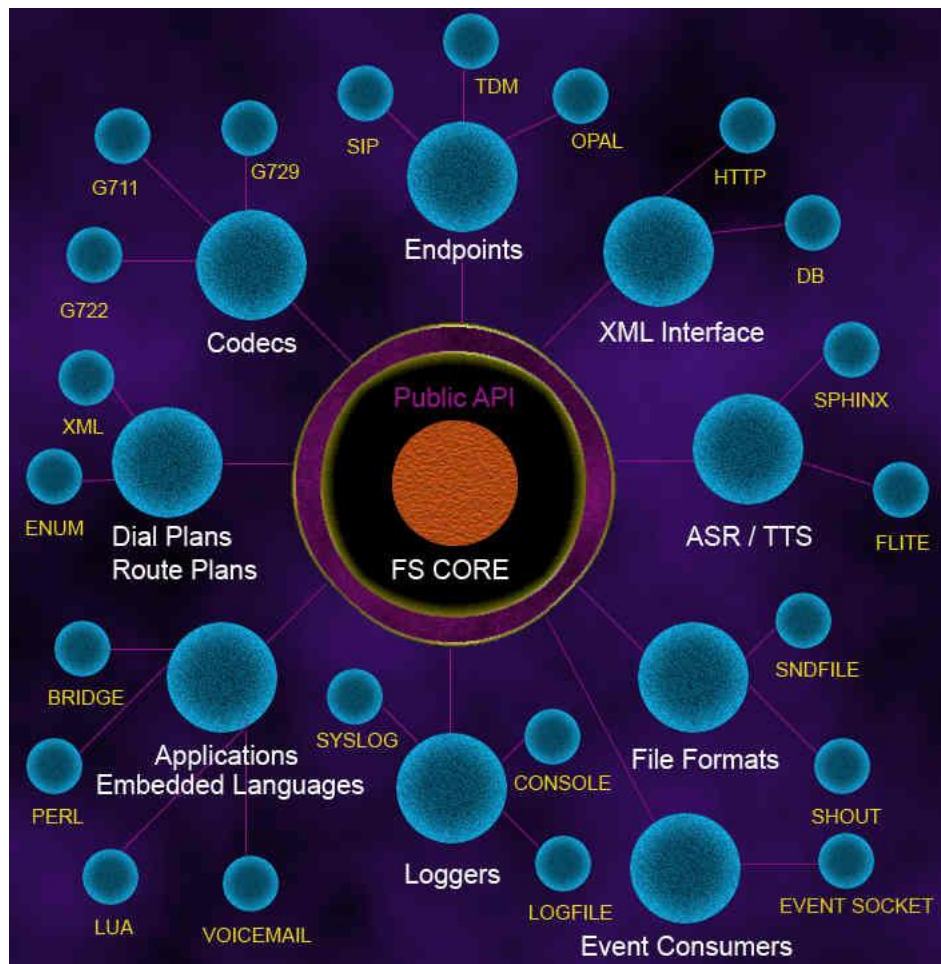
- телефон сөйлесулерін жазу;
- ір-телефонияның қосымша қызметтері.

Asterisk келесі кодек түрлерін қолдайды: G.711, G.726, G.729A, GSM, iLBC, Speex, MP3 және т.б.

1.4 Бағдарламалық IP-PBX салыстырмалы талдау

Танымалдығы жағынан келесі қосымша FreeSwitch – 2006 жылы Asterisk бұрынғы жасаушыларының бірі Энтони Минессейлмен (Anthony Minessale) құрылған бағдарламалық коммутатор. Asterisk артық салмақ астында пайдаланудың бірнеше әрекетінен кейін, жүйенің негізгі құрылымы туралы ескертулер айтып, оны ауыстыруды ұсынды. Бірақ, Asterisk авторы– Марк Спенсер өзекті ауыстырудан бас тартты. Сондықтан, Энтони Asterisk құраушылар құрамынан шығып, «жаңадан» өз өнімін жасап шығарды, оны FreeSwitch деп атады. FreeSwitch құрылымын жасау кезінде автор IP телефония үшін ашық бағдарламалық өнімдердің мәселелерін ескерді. Сондықтан, жаңа өнімнің басты артықшылықтарының бірі жұмыс тұрақтылығы, мөлшерін өзгерту мүмкіндігі, сонымен қатар кросс-платформа – FreeSwitch Linux, Windows жүйелерімен жұмыс істей береді. FreeSwitch тағы бір артықшылығы Nokia sofia-sip SIP стегін қолдану, алғашқы кодта кеңінен таралған SIP хаттамасы болып табылады. Asterisk-те chan_sip стандарттарды толық ұстанбай жүзеге асырылған. SIP FreeSwitch жұмысының негізгі хаттамасы, сонымен қатар, дәстүрлі телефония интеграциясы үшін IP телефонияның басқа хаттамалары да, PCI платасының драйверлері де қолданылады. FreeSwitch Session Border Controller (SBC) сияқты, Back-to-back User Agent (B2BUA) кодтайтын дауыстық пошта мен конференц сервері сияқты SIP прокси және SIP тіркеуші ретінде жұмыс істей алады. Сонымен қатар, FreeSwitch қоңырауды басқа нөмірге жіберу, сөйлесулерді жазу, тыңдау және тағы басқа IP PBX көптеген амалдарын қолдайды. FreeSwitch конфигурациялаудың негізгі интерфейсі XML пішініндегі мәтіндік файлдар болып табылады, ол осы жүйені басқаруды қиындатады. FreeSwitch үшін басқару бойынша дайын графикалық интерфейстер жоқ, ол да пайдалануын қиындатады. Ал қазіргі GUI FreeSwitch (WikiPBX, FusionPBX, blue.box) Asterisk үшін FreePBX мүмкіншіліктерінен алыс. Бірақ сонда да, FreeSwitch қарқынды дамуда [39].

Конфигурациялық файлдар Asterisk айырмашылығы көп, олар XML тілін колданады, бұл әдетте жүйелік администраторларды, телекоммуникация жас инженерлерін қорқытады, бірақ бөгде қосымшалармен файлдарды өңдеуді жеңілдетеді, мысалы, графикалық веб интерфейстер (сурет 1.6).



Сурет 1.6 - FreeSwitch құрылымы

FreeSwitch платформасының негізгі ерекшеліктері:

- жүйе API арқылы жүйе өзегімен өзара әрекет ететін модульдерден тұрады;
- құрылымы толығымен көп ағынды, жоғары өнімділікке ие;
- дайын анықтамалар қолданылады, мысалы, Asterisk chan_sip қарағанда, SIP хаттамасының эталоны болып табылатын Nokia компаниясымен жазылған mod_sofia;
- XML файл бірнеше бөлікке бөлініп, бір конфигурацияға жиналады;
- HD аудио-бейне кодектерінің (silk, isac, opus, celt, g.722.1c, amr-wb, g.729, vp8, mpeg4, h264, H263, H263+, H263++ және т.б.) транскодингті қолдау;
- FreeSwitch әр байланыс үшін SIP бірнеше сип профильдерін құруға мүмкіндік береді (Asterisk профиль біреу ғана), жүйе Multitenant сияқты жұмыс істей алады, мысалы, виртуалдық IP-АТС хостинг ретінде;
- модульдік өзек әр түрлі тілдермен біріге алады (C, C++, Spidermonkey(ECMAScript), Lua, Python, Perl, Java, платформу .Net);
- жүйе өте өнімді және берік, қарапайым серверде 3000 абонентке дейін қызмет көрсете алады;
- Flite және PocketSphinx көмегі арқылы дауысты таниды.

FreeSwitch VoIP жүйелерін өндірушілерде кеінен қолданылады, осыған мысал SipXecs, BigBluebutton, ITPStec, CudaTel. Дауыспен жұмыс жасау тәжірибесі бойынша FreeSwitch бәрінен де үздікжұмыс істейді, қарапайым g711 кодекі таза әрі жақсы естіледі. Тағы бір артықшылығы VP8 бейне кодекінің бар болуы, WebRTC жүзеге асырылған.

FreeSwitch жүйесі API арқылы өзекпен логикалық байланысқан көп модульдерге ие:

- Endpoints (SIP/H323 және PSTN арқылы телефондарды қосу);
- Dial Plans (қоңыраулар туралы ақпаратты талдап, қайда жіберу керек екенін шешеді);
- ASR/TTS мәтіндік мәліметтерден дауысты, сөздерді талдауды және тануды жүзеге асырады;
- (CDRs), RADIUS, CURL, LDAP және т.б. қоңыраулар үшін XML interface XML деректер;
- Loggers консольде басқару журналын, жүйелік журналды және журнал ережелерін жүргізу;
- Codecs аудионы екілік пішінге түрлендіруді жүзеге асырады.

FreeSwitch HD кодектерін қолдайтын бұл алғашқы ашық кодтары бар телефония тұғырнамасы. Дискреттеу жиілігі 48кГц дейін, Audio CD қарағанда 44,1 кГц көп. FreeSwitch артықшылықтары:

- өнеркәсіптік сападағы SIP-стек (Asterisk қарағанда дамыған);
- кеңжолқты (HD) дыбысты өңдеуге, соның ішінде конференцияларға үйлесімділігі;
- қолдайтын кодектердің кең ауқымы (G.729 қоса алғанда);
- бағдарламалау тілдерімен интеграциялау мүмкіндіктері (Lua, JavaScript);
- «виртуалдандыру» (multitenance) қолдау, бұл бұлтқа негізделген немесе қарапайым кешенді іске асыруға мүмкіндік береді;
- Windows қолдау;
- жоғары өнімділік және айрықша сенімділік пен тұрақтылық.

FreeSwitch бағдарламалық жасақтамасы SIP; H.323; IAX2 және Google Talk хаттамаларын қолдайды. Осыған байланысты ол sipX, OpenPBX, Bayonne, YATE немесе Asteriskпен өзара әрекеттеседі. FreeSwitch Windows, Mac OS X, BSD, Solaris және Linux жүйелерінде 32 және 64-биттік платформаларда жұмыс істейді.

1.1 кестеде екі бағдарламалық қамтамасыз етудің «open source» шешімдерінің салыстырмалы сипаттамалары көрсетілген [40].

Кесте 1.1 –бағдарламалық «open source» шешімдерінің сипаттамалары

Көрсеткіш	FreeSwitch	Asterisk
CPU	бір өзек, процессор жиілігі 1 гГц	бір өзек, процессор жиілігі 700 мГц
RAM	1 ГБ	512 МБ
HDD	10 ГБ	10 ГБ
OS	Linux, 32/64 бит	Linux, 64 бит

Егер Asterisk бағдарламалық қамтамасыз ету FreeSwitch-тен масштабтаудан төмен болса, онда FreeSwitch өз құрылымына байланысты қосымша RAM жұмсайды.

1.2-кестеде екі бағдарламалық қамтамасыз етудің «open source» шешімдерімен орындалатын функциялардың салыстырмалы сипаттамалары көрсетілген.

Кесте 1.2 - «open source» бағдарламалық қамтамасыз етудің екі бағдарламалық жасақтамасымен орындалатын функциялардың салыстырмалы сипаттамалары

Функция	FreeSwitch	Asterisk
Серверлік ресурстарды, соның ішінде процессор және оперативтік жады ресурстарын төмен тұтыну	Жоқ	Иә
Құжаттау және қолдау: мәселені шешу, формалар, нұсқаулықтар, күшті жобалық қауымдастық	Жоқ	Иә
Базалық негізгі функциялар: конференциялар, бейне қоңыраулар, IVR, дауыстық пошта және т.б.	Иә	Иә
Мульти-сайттардың функцияларын іске асыру мүмкіндігі (пайдаланушылардың толық бөлінуімен жеке телефондық домендерді қолдау)	Иә	Жоқ
Бір мезгілде қоңыраулар санын көбейтуге байланысты жүктемені арттыру үшін тұрақтылықтың ішкі механизмдері	Иә	Жоқ
Кластердегі серверлерді қосу, одан кейін рөлдерді бөлу	Иә	Жоқ

Бірінші бөлім бойынша тұжырым

1. IP-телефония қарқынды дамуда және дәстүрлі телефонияны ығыстырады.

2. IP-PBX Asterisk бірінші бағдарламаның танымалдылығы үнемі өсіп тұрады және бүгінгі күнге оның үлесі 85% көбін құрайды.

3. Бағдарламалық АТС IP-PBX Asterisk тегін. Сонымен қатар мультимедиялық приставкалардың көмегімен қоңырауларды жүзеге асыру үшін тегін тұтынушылық қосымшаларды (софтфон) қолдану.

4. Бағдарламалық АТС IP-PBX Asterisk алдыңғы телефонды АТС салыстыру бойынша үлкен қызметтік мүмкіндіктерге ие.

5. Бағдаламалық АТС IP-PBX Asterisk пайдаланушылар үшін қызметтерді құруға мүмкіндік береді.

6. Бағдарламалық АТС IP-PBX Asterisk бизнес-қосымшаларды және бизнес-үдерістерде коммуникацияны оңай тұрғызуға мүмкіндік беретін, (AGI и AMI) басқа жүйелерімен интеграциялану үшін интерфейстерге ие.

7. Бұл жұмыста AsteriskNOW 10.13. қолданылған, ол корпоративті желіні ұйымдастыру үшін барлық қолданыстағы шешімдерден қызметі бойынша айтарлықтай басым болады.

8. Бағдарламалық АТС IP-PBX Asterisk, университетте орналастырылған, ол студенттерге Linux (қоңырауларды тарату, пайдаланушыны тіркеу, таралу тақталарын пайдалану, Linux ОЖ кескіндеу машықтарын алу) бағдарламалық ортасында кескіндеуге және АТС ретінде пайдалану машықтарын үйретуге мүмкіндік береді.

9. Бағдарламалық IP-PBX Asterisk үшін linux операциялық жүйенің дистрибутивтерінің белгілі бір мөлшері дайындалған, олардың ішінде: Debian, Gentoo, Intel Xeon, Linux CentOS 4, Ubuntu, Fedora, OpenSUSE, дайын дистрибутивтер (**FreePBX**, **TrixBox**, **PBX-in-a-Flash**, **Elastix**, **AstLinux**) және т.б.

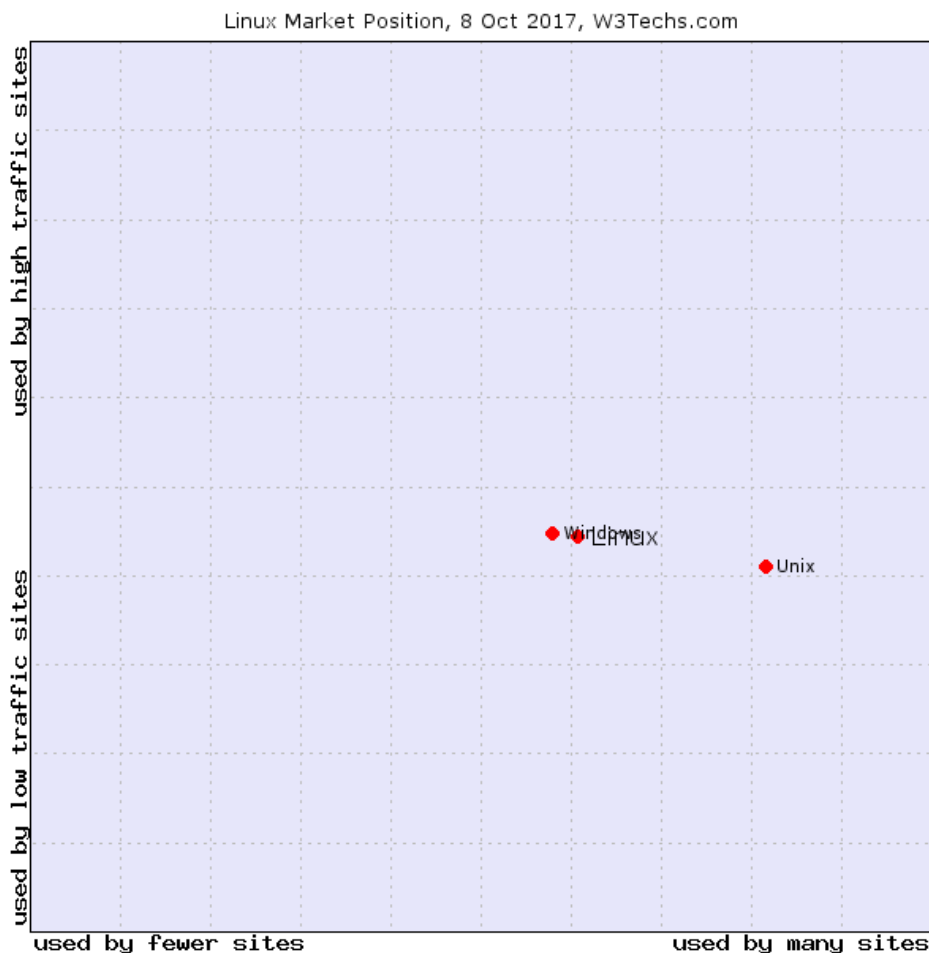
2 ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛАР ЖЕЛІСІНДЕ ЕКІ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ASTERISK ЖҰМЫСЫНА ТӘЖІРИБЕ ЖҮРГІЗУ

2.1 Asterisk негізіндегі IP-PBX

Қазіргі уақытта IP-PBX аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз ету бар [41]. Аппараттық IP-PBX - алдын-ала орнатылған бағдарламалық жасақтамасы бар арнайы жабдық және олар, әдетте, жаңартылмайды.

Бағдарламалық IP-PBX-лер Windows операциялық жүйесі (OS) үшін дайын Linux таратылымдары немесе орындалатын файлдар ретінде жасалады. Соңғы құралдардың негізгі артықшылықтары Vmware, XEN және т.б. виртуалды ортада жұмыс істеу мүмкіндігі, сондай-ақ аппараттық компоненттерге қарапайым болмауы. AsteriskNOW - rPath Linux негізінде жасалған Asterisk үшін арнайы Linux таратуы.

2.1 суретте көрсетілген диаграмма Linux-тің ең танымал ОС-мен салыстырғанда желілік трафиктің танымалдылығы тұрғысынан нарықтың мақсатын көрсетеді [42].



Сурет 2.1 – ОЖ танымалдылығы

Бүгінгі күні әлемдегі ең ірі 200 телекоммуникациялық провайдер ресми түрде Asterisk (NTT, DoCoMo Software, Жапония) пайдаланады.

Күн сайын Asterisk Open Source-тың 3000-нан астам жүктемесі бар. Бүгінде әлемде 3,5 миллионнан астам Asterisk серверлері [43] бар.

IP-PBX Asterisk де Windows үшін әзірленген, бірақ жоғарыда келтірілген суретте қанша серверлерді және қанша танымал ресурстардың оларды шешімдерінде қолданғаны көрсетілген. 2017 жылдың 8-қазанындағы жағдай бойынша, Windows жүйесі жұмыс істейтін жүйелердің үлесі CentOS негізделген Linux Red Hat арқылы ОЖ-ға қарағанда сәл артық. Орнату саны аз болса да, олар трафиктің үлкен көлемін өңдейтін жүйеде, яғни танымал платформаларда linux-ді таңдаған. Red hat - бұл IP-PBX жүйесіндегі телекоммуникациялық компанияларда жүз пайыздық жүйеде пайдаланылады.

CentOS (ENTERprise Operating System) Red Hat коммерциялық Red Hat Enterprise Linux (RHEL) негізіндегі Linux дистрибуциясы және онымен үйлесімді. CentOS-тың әрбір нұсқасына қолдау көрсету мерзімі - 10 жыл. Әрбір нұсқасы жаңа аппараттық құралдарды қолдау үшін әр 6 ай сайын жаңартылады.

Үй (Red Hat Enterprise Linux, Ubuntu LTS, SUSE Linux Enterprise Server және CentOS) және өнеркәсіптік CentOS (Fedora, Ubuntu, OpenSUSE, Centoo, Debian) дистрибутивтері бар [44].

Red Hat Enterprise Linux тегін ашық бастапқы коды бар бағдарламалық қамтамасыздандырудан тұрады, бірақ ақылы абоненттер үшін тек екілік дестелері бар дискілер ретінде қол жетімді. GPL лицензиясында және басқада талап етілгендей, Red Hat барлық бастапқы кодты ұсынады.

CentOS ОЖ-на қатысты болсақ, бұл Red Hat Enterprise Linux™ ресурстарының оңайлатылған реабилитациясы: RHEL is Open Source еркін жалаңаш жүйесі болып табылады (кеңессіз және қолдаусыз, барлық форумдар төленеді), CentOS - бос және тегін.

CentOS әзірлеушілер түпнұсқа өнімді жасау үшін осы бастапқы кодты пайдаланады, Red Hat Enterprise Linux-ға жақын және жүктеуге қол жетімді. Осы код негізінде құрылған Red Hat Enterprise Linux басқа да клондары бар.

CentOS жүйесінің RHEL жүйесінен келесі артықшылықтарға ие:

- тегін тарату;
- қолдауға ие болу;
- RedHat желісімен жұмыс істеудің бірнеше құралдарының болуы;
- Ресми PPM репозитарийлеріне қол жеткізу және т.б.

Asterisk ерекшеліктері мыналарды қамтиды:

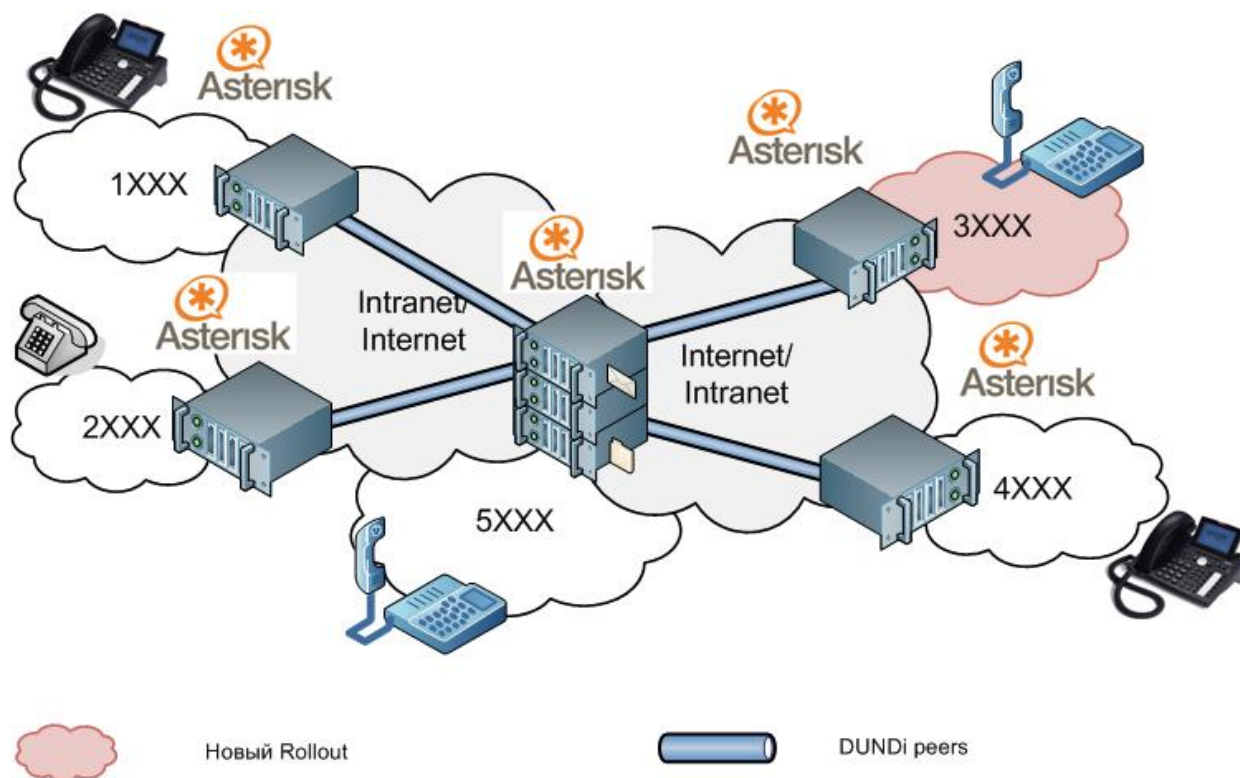
- Asterisk - толыққанды телефония платформасы, Open Source;
- телефония - басқа компаниялардың IP-лерімен (тұтынушы дерекқорлары, тіркелген деректер қорлары және т.б.) өзара байланысқан mission-critical қосымша;

- қолданбалы тұрақты аппараттық және операциялық жүйені талап етеді (уақытылы жаңартулар, толық қолдау, жылдам аппараттық көші-қонға және жұмыс істеуге ыңғайлы).

Asterisk - әртүрлі қосымшаларымен, біріктіруді қажет ететін IP телефониясының үлкен ортасы (бұлт). RedHat канондық бірыңғай басқаруды үйретеді.

Функциялар мен қосымшалардың стандартты көрсеткіштері бар Asterisk RPM package бумасында жиналуы мүмкін.

DUNDi (Distributed Universal Number Discovery) бірліктерді «БНҚ» (Бірыңғай Нөмірлік Кеңістік) оңай қосады. Компаниялар жаңа серверлерді орналастыруды жеңілдету арқылы ЖИҚ-да (жалпы иелену құны) төмендеуін алады. Мұнда Mesh құрылымын пайдалану ұсынылады, дегенмен, Star да қолданылуы мүмкін. 2.2 суретте оңайлатылған ауқымдылығы бар бірыңғай желінің мысалы көрсетілген.



Сурет 2.2 – Оңайлатылған ауқымдылығы бар бірыңғай желінің мысалы

2.2 CentOS ОЖ артықшылықтары мен кемшіліктері

CentOS жүйесі Red Hat клоны деп аталса да, келесі артықшылықтары бар [45]:

- үнемі өсіп келе жатқан тұтынушылардың саны артып келеді;
- қателерді жою бойынша тәуелсіз кеңес беру көздерінен қолдау;
- қолданбаларды оңай жаңартуға және іздеуге мүмкіндік береді. yum модулінің көмегімен (Yellow dog Updater, Modified) қажетті файлдарды, бағдарламаларды, қызметтік бумаларды автоматты түрде табуға болады;
- қауіпсіздіктің жоғары деңгейі. Соңғы жылдары CentOS-ті арнайы сервер үшін барлық басқа машиналарда пайдаланылады. Кейбір ықтимал кемшіліктер босату алдында жойылады. Өзін-өзі шектеуден өту мүмкіндігі бар;
- GUI-ды пайдалану мүмкіндігі. Кейбір тапсырмалар Linux командаларын мұқият білуді талап етпейді. Ыңғайлы графикалық қабық тек ыңғайлы

интерфейс ғана емес, сонымен бірге қажетті әрекеттерді орындау үшін ыңғайлы құрал. CentOS танымал GNOME және KDE GUI дестелерімен толық үйлесімді;

- сервердің тұрақтылығы. Linux-тәрізді жүйелерге негізделген серверлер ең сенімді деп саналады. Арнайы серверге арналған CentOS жоқ;

- жоғары өнімділік, себебі тек жалға алушы сервер ресурстарын пайдаланады. CentOS кез келген басқа Linux сияқты, жоғары жылдамдық сипаттамаларына ие. Бұл ірі жобаларды іске асыруда қажетті серіктес;

- бағдарламалық қамтамасыз ету заманауи ОЖ-ға арналған заманауи және типтік (кеңсе, сервер және даму дестелерінің нұсқалары, бағдарламалар мен утилиталар - KDE, Gnome with compiz, AIGLX, Firefox, Evolution, MySQL және PostgreSQL, Apache және PHP);

- серверлік жабдыққа қол жеткізу. Бұл өнімділікті оңтайландыратын дәлірек көрсеткіштерге мүмкіндік береді. Сенсорлық экран және арнайы сенсорлық тақта функциялары және ұйқы режиміне жылдам көшудің арнайы технологиясы бар.

Жүйенің кемшілігі күнделікті жаңартуларды талап ететін дистрибутив сәйкес келмейтін бағдарламалардың жаңа нұсқаларымен әрдайым таратылмайды.

Elastix негізі CentOS 5 болды, оның өзегі 2.6.18 болатын. VoIP жүйесінің негізі Asterisk 1.4.18.

2.3 Elastix

CentOS-ға негізделген Elastix тарату дестесі және Asterisk, FreePBX және openFire, өзінің дизайнын веб-интерфейсімен байланыстырады.

Elastix - бірыңғай интерфейсте кеңсе функцияларына IT-жүйелер үшін келесілерді біріктіретін ашық бастапқы коды бар бірыңғай байланыс (сервер) үшін платформа немесе қорапталған шешім [46]:

- IP-АТС (телефония сервері);
- жедел хабар алмасу сервері;
- электрондық пошта сервері;
- телефон байланысы;
- Jabber-сервер;
- Интернет шлюзі;
- факстарды жіберу және қабылдау сервері;
- CRM-жүйесі және топтық жұмысты ұйымдастыру құралдары;
- брандмауэр.

Elastix веб-интерфейсі бар және қоңырау орталығы ұйымдары, әңгімелерді дыбыстық жазу, дауыстық пошта, IVR, аудио-конференцияларды басқару сияқты функцияларды қамтиды.

Elastix-тың функционалдық мүмкіндіктері ашық код жобаларына, соның ішінде Asterisk (2017 жылға дейін), HylaFax, OpenFire, A2Billing, RoundCube, MySQL, vTiger CRM, FreePBX және Postfix сияқты жобаларға негізделген.

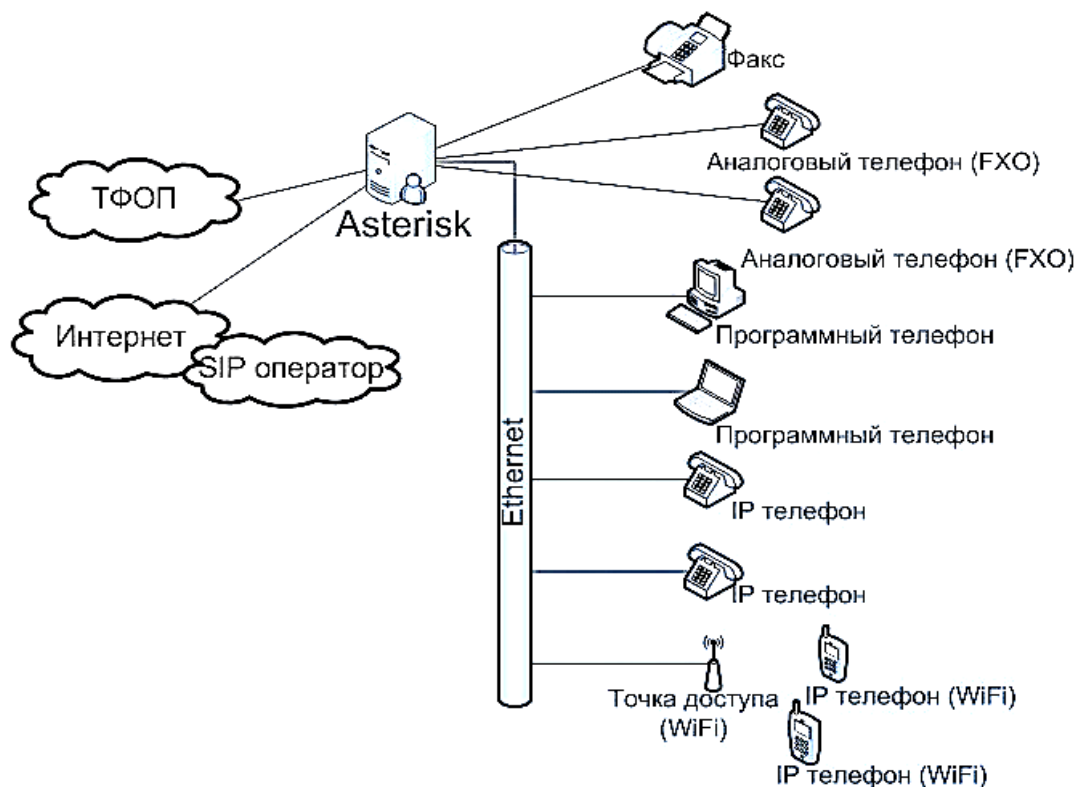
Asterisk негізіндегі IP-PBX келесі функцияларды орындайды:

- телефонмен сөйлесуді жазу;

- виртуалды нөмірлерді қолданатын конференц-залдар;
- дауыстық пошта және электронды поштаға жіберу;
- SIP, IAX2, H.323, MGCP, Skinny хаттамаларды қолдау;
- жаңа қызметтерді ұсынатын кеңейтімдерді жасау үшін әзірлеуші құралдар;
- ADPCM, G.711 (A-Law және μ -Law), G.722, G.723.1, G.726, G.728, G.729, GSM, ILBC, Speex кодектерін қолдау;
- виртуалды хатшы - IVR;
- FXS / FXO аналогтық интерфейстерін қолдау;
- сөйлеудің дыбыстық синтезі;
- сандық интерфейстерді қолдау (E1 / T1 / J1) және PRI / BRI / R2 / SS7 хаттамалары;
- IP телефондарының автоконфигурациясы;
- HAA қоңырау шалушы нөмірін анықтау;
- бағдарламалық жаңғыртуды жою;
- бірнеше байланыс операторларымен жұмыс жасау;
- түрлі ережеге сәйкес кіретін және шығатын қоңырауларды бағыттау;
- бейне телефондарды қолдау;
- телефон жабдығын анықтауға арналған интерфейс;
- топтық қоңырауларды бағыттауды қолдау;
- Dynamic IP мекенжайларын тарату үшін DHCP сервері;
- оператор тақтасы. Оператор барлық телефон әрекеттерін графиктер түрінде көре алады және телефон қоңырауларын басқару үшін қарапайым операцияларды орындай алады;
- пейджинг хаттамасын (intercom) және домофондарды қолдау;
- Web-негізделген басқару панелі;
- уақытша жағдайларға қолдау көрсету;
- автотұрақ және қоңырауды ұстап қалу;
- PIN-кодпен қоңырауға тыйым салу;
- Call Detail Record (CDR) есептері;
- жүйеге тікелей қол жеткізу (DISA);
- есеп-шот, есептер, статистика, пайдалануды талдау;
- кері байланысқа қолдау көрсету;
- динамикалық кезектерді қолдау.

2.4 Дәстүрлі телефония мен IP-телефонияны салыстырмалы талдау

Asterisk құрылымын классикалық АТС-мен салыстырғанда салыстырмалы талдау – кітапханалар жүктейтін барлық функционалдылық бағдарламалық модуль түрінде жүзеге асырылады (сурет 2.3) [47].



Сурет 2.3 – IP-PBX Asterisk

Бұл Asterisk барлық функционалдық мүмкіндіктерінің бөлшек блоктар емес, бірыңғай жүйе шеңберінде мүмкін екенін білдіреді. Мұнда келесі артықшылықтары көрсетілген:

- төмен құны мен қол жетімділігі, ол Астерисктің Linux ОЖ басқарылатын кез-келген компьютерде жұмыс істей алу мүмкіндігін білдіреді, ал БҚ жүктеп алып, кез-келген мақсатта қолдануға болады;

- толық бақылау. Астериск – ашық ОЖ басқарумен жұмыс жасайтын алғашқы кодтарда мүмкін БҚ;

- бірегей икемділік. Керемет өлшемдер санына қарай, Asterisk қоңырауларды өңдеуге арналған алгоритмдерді жазу құралы бар. Жүйелік администратордың қиялына екі жүзден астам командалар мен функциялар - телефон командаларымен ұсынылады, олар кез-келген комбинацияда біріктірілуі мүмкін, бұл компанияның барлық қажеттіліктерін барынша жүзеге асыруға мүмкіндік береді;

- кеңейту. AGI Asterisk интерфейсі көп жағдайда CGI-ге ұқсас, ол кейде жаңартылған беттердің статикалық желісін динамикалық түрде құрастырылған мазмұнмен Интернетке айналдырды. Бастапқы кодының болуы кез-келген функционалдылықты қосуға мүмкіндік береді;

- бүкіл әлем бойынша Asterisk пайдаланушылары мен әзірлеушілері жағынан кең қолдау;

- дауыстық пошта. Дауыстық хабарлар саны Asterisk-те шексіз (әкімшісі шектеу мүмкін) және қатты диск сыйымдылығына байланысты. Классикалық АТС айырмашылығы, онда *maksimalnoy* конфигурация модуль түріне

байланысты жазбалар 32 сағат шектеледі. Asterisk үшін DTMF жүйесі арқылы телефон арқылы дауыстық поштаны тексерумен қатар электрондық поштаға дауыстық хабарларды жіберу автоматты түрде жұмыс істейді, бірақ DTMF арқылы «тазалау» ұзақ әрі шаршатады;

- DISA және интерактивті дауыстық мәзір. DISA арналарының санын шектейтін классикалық жүйелерге қарағанда, Asterisk дауыстық менюді құру шексіз және қуатты мүмкіндіктерге ие. WAV, MP3, OGG және т.б. кез келген форматта дыбыстық файлдарды жүктеуге мүмкіндік беретін WEB интерфейсімен үйлесімде 100-ден астам қоңырау шалу жоспарын басқару пәрмендері бар, кіріс қоңырау қызметінің сапасын жаңа деңгейге көтеруге, компанияның өкілеттігін арттыруға мүмкіндік береді;

- қайта көшіру. Классикалық жүйеде қайта жіберу мүмкіндіктері шектеулі. Шексіз бағыттау мүмкіндіктерін алу үшін (мысалы, CO-CO қоңырауды кеңейтуге қайта бағыттау) қосымша кеңейту платаларын енгізу қажет. Asterisk жүйесінде күннің уақытына, жұмыс орнында болуына (presense) бағыттау, бірнеше телефонға бір уақытта бағыттау, жеке бағыттау алгоритмін жасауға болады (follow-me, алдымен ұялы телефон, 10 секундтан кейін үй және т.б.);

- Fax. Арнайы факс желісінің қажеті жоқ. Факстарды қабылдау электронды поштаға автоматты түрде жіберу арқылы барлық нөмірлерде беріледі (fax2mail);

- жүйелік телефон болмауы. Asterisk басқару үшін WEB интерфейсі пайдаланылады, оның көмегімен жүйені (әкімшінің қатынау деңгейі), сондай-ақ қоңырауларды басқаруды (бағыттау, click2call қоңырау шалу, конференциялар, телефон мәртебесін беру) хатшылық қатынасу деңгейінде басқаруға болады;

- бірыңғай желілік инфрақұрылым және техникалық персоналды қысқарту. Телефония үшін бөлек кабельдік желіні талап ететін дәстүрлі байланыс жүйелерінен айырмашылығы, IP-PBX Asterisk TCP / IP-мен қолданыстағы деректер желілері бойынша жұмыс істейді. Телефондық инфрақұрылымды басқару коммуникациялық инженер емес, жүйе немесе желі әкімшісі арқылы жүзеге асырылады, өйткені IP-PBX - телефониядағы арнайы білімді талап етпейтін желілік қосымша;

- Asterisk ОС Linux жүйесінде жұмыс істегендіктен, ол PBX және Internet серверінің функцияларын біріктіруге болады. Мысалы, бұл жағдайда, E1 функциясын пайдаланып, деректердің арна бөлігін (бірнеше уақыт аралығы) және дауыс үшін бөлігін таңдауға болады. Осылайша, сол арнаның дыбыстық қызметтері және Internet кіру мүмкіндігі бар сол провайдерден алынуы мүмкін;

- сөйлесулерді жазу, кезекке қоңырау шалу, станциядағы жекелеген және корпоративтік ноутбук құқығы және каталог қызметтері, алдын-ала төленген карталар, дерекқорлар және CRM жүйелерімен біріктіру, кері қоңырау, сондай-ақ ашық API әзірлеуші интерфейсі сияқты басқа функциялар функционалды түрде компанияға мүмкіндігінше мүмкіндік береді, телефонияны компанияның барлық байланыс арналарына біріктіруге мүмкіндік береді.

IP-телефония дәстүрлі телефониядан көптеген келесі артықшылықтарға ие [48]:

- IP-телефония компьютерлік желілердің жоғарғы жағында жұмыс істейді. Әр жұмыс станциясына бөлек телефон желісін салу қажет емес;

- IP-PBX провайдермен Интернет арқылы сөйлеседі, яғни әлемнің кез-келген жерінде провайдерден дауыстық трафикті алуға болады;

- IP-телефония қашықтағы кеңселер мен ұялы қызметкерлерді біріктіруге мүмкіндік береді. Бұл жағдайда кеңселердің арасында сіз дауыстық трафик өтетін қауіпсіз байланыс арнасын орната аласыз. Сол сияқты смартфонға немесе ноутбукке арналған бағдарламалар арқылы ұялы қызметкерлерді PBX кеңсесіне қосуға болады.

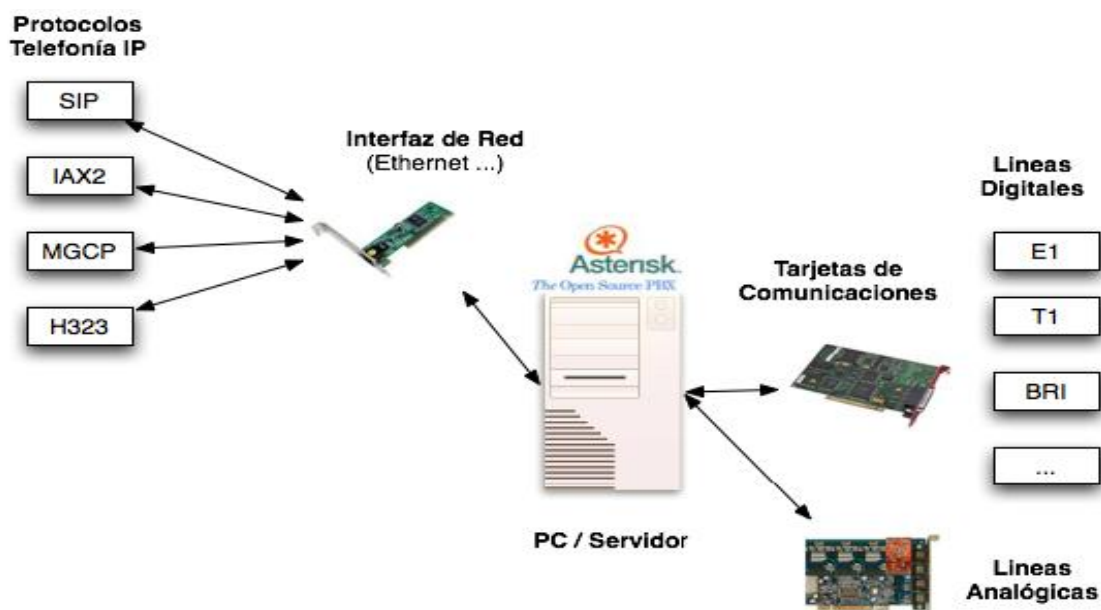
- IP-телефония негізіндегі жүйелер әлдеқайда ауқымды және жаңартылған;

- IP-телефония өте икемді қызметтілікті қамтамасыз етеді, аналогтық АТС-лары мүлдем жоқ немесе өте шектеулі.

Мұнда осы функциялардың бірнешеуі көрсетілген: сөйлесулерді жазу, қоңыраулар статистикасы, кіріс және шығыс қоңырауларды икемді бағыттау кіріс және шығыс қоңыраулар, follow-me – ұялы телефонға көшіру, дауыстық мәзір, қоңыраулар кезегі, дауыстық пошта, кіріс нөмірін анықтау және факстарды электрондық пошта арқылы қабылдау.

IP-PBX Asterisk аналогтық желілер (FXO / FXS модульдер), сонымен қатар цифрлық желілермен де (- T1 / E1 ағып ISDN BRI және PRI) жұмыс істей алады. Белгілі бір компьютерлік тақта (оның ең танымал өндірушілер Digium, Sangoma, OpenVox, Rhino, Audiocodes табылады) пайдалану арқылы Asterisk телефон желілерін (сурет 2.3) ондаған және жүздеген жұмыс мүмкіндігі жоғары жиілікті желілеріне T1 / E1 қосуға болады (сурет 2.4).

IP-PBX Asterisk - бұл қоңырау орталықтарын құру, қашықтағы филиалдарды бірыңғай телефон желісіне біріктіру үшін тамаша шешім. Сондай-ақ, мәтіндік және бейне сигналдарын таратуға мүмкіндік береді (мысалы, бейнетелефонды пайдалануға болады).



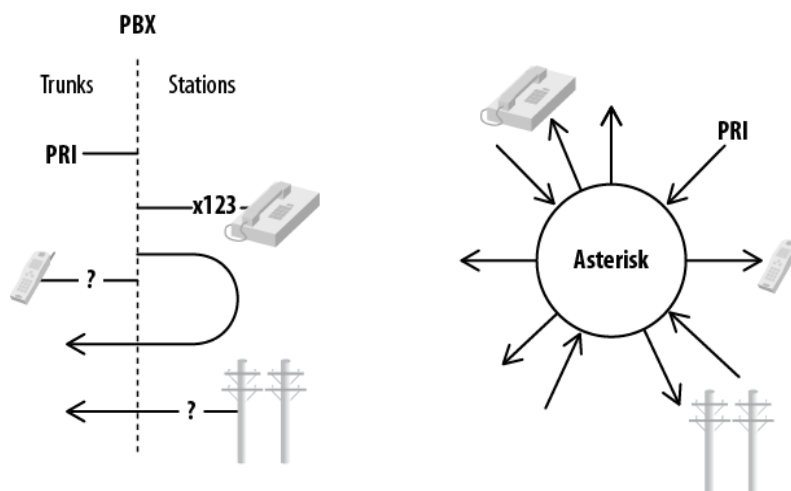
Сурет 2.4–IP-PBX Asterisk интерфейстері

Сонымен қатар DUNDi басқа компьютерлік хаттамалармен жұмыс жасалады, Digium OSP T.38 әзірлеген хаттама, форматты факс жіберуді қолдайды. 2.5 сурет екі құрылым арасындағы айырмашылықты көрсетеді.

IP-PBX Asterisk әдеттегі ATC-ден ерекшеліктері көп, себебі Dial-plan - бұл Asterisk негізі және Asterisk бағдарламасына негізделген кіріс және шығыс қоңырауларын қалай өңдеу керектігін анықтайды (бұл Asterisk орындауға болатын командалар немесе қадамдар тізімі). Дәстүрлі телефон жүйелерінен айырмашылығы, Dialer Asterisk толығымен өзгерте алады [49].

Орнату және бағдарламалау бірнеше механизмдерді қолдану арқылы жүзеге асырылады:

- AGI;
- AMI;



Сурет 2.5—Asterisk және PBX құрылымдарының айырмашылығы

- ДБ түзетулері;
 - орындалған функциялардың кеңейісі С ішіндегі жаңа модульді жазу арқылы да мүмкін, бұл Doxygen егжей-тегжейлі құжаттары арқасында мүмкін болады.

- H.323;
- IAX2;
- MGCP;
- Skinny/SCCP;
- Google Talk;
- коммерциялық арна арқылы Skype.

IP-PBX Asterisk мәтіндік және бейне сигналдарын таратуға мүмкіндік береді (мысалы, видеотелефонды пайдалануға болады). Сонымен қатар DUNDi басқа компьютерлік хаттамалармен жұмыс жасалады, Digium OSP T.38 әзірлеген хаттама, форматты факс жіберуді қолдайды.

Asterisk-пен жұмыс істеу үшін көптеген графикалық интерфейстер жасалды.

Орнату мен пайдалану ыңғайлылығы үшін Asterisk дайындаған операциялық жүйеден, қажетті модульдерден және стандартты конфигурациядан тұратын бірнеше дайын дистрибутивтер бар:

- Asterisk@Home (жоба атауын өзгертті, барлық соңғы нұсқалары Trixbox деп аталады);

- AsteriskNow;

- AstLinux;

- PBX in a Flash;

- PoundKey;

- SeirosPBX (Russia);

- Loop Technologies фирмасының Switchvox Four;

- Thirdlane PBX;

- Trixbox;

- VoIPonCD;

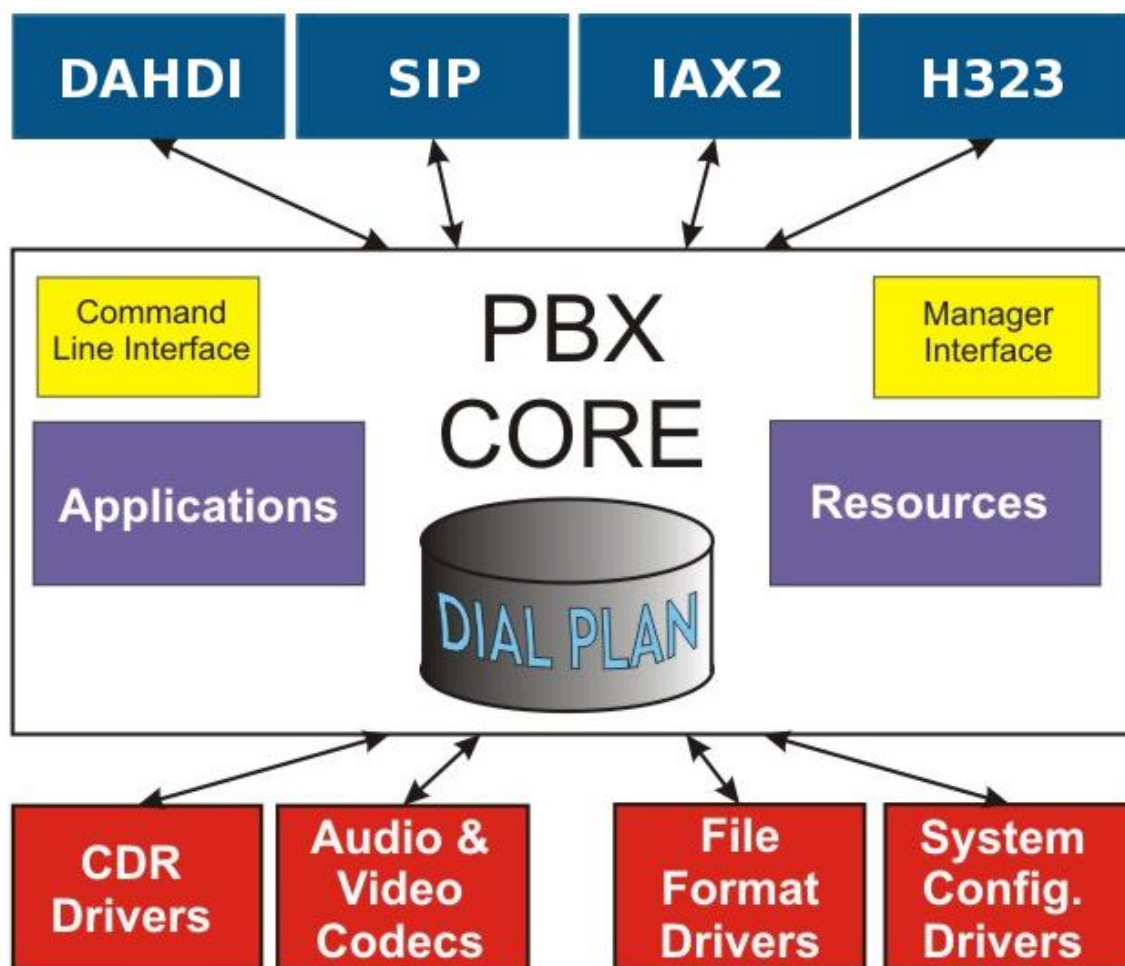
- WellTone (Russia).

Соңғы жылдары Asterisk 1000-нан астам компания пайдаланады (қолдау орталықтары, онлайн-консультациялар және т.б.).

Көптеген компаниялар Asterisk құрылғысын Linksys, Nateks, және т.б. секілді VoIP құрылғыларында пайдаланады. Қос лицензиялаумен туындаған мәселелерді болдырмау үшін қазір CallWeaver деп аталатын жоба құрастырылды.

2.5 IP-PBX Asterisk құрылымы

2.6 суретте IP-PBX Asterisk құрылымы көрсетілген, ол көптеген модульдерден тұратындығын көрсетеді, бұл оны Asterisk негізіндегі жүйені құру кезінде шектеусіз икемділікпен қамтамасыз етеді [50].



Сурет 2.6—IP-PBX Asterisk құрылымы

Asterisk көптеген модульдермен өзара әрекеттесе алатын өзегі бар. Аталған модульдік арна драйверлері Asterisk dialplan бағдарламасын пайдаланып, бағдарламаланған әрекетті орындау үшін және Asterisk тыс құрылғылар немесе бағдарламалар арасындағы байланысты жеңілдетеді [51]. Арналар көбінесе басқа арналармен өзара әрекеттесу үшін көпір түрінде генеративті инфрақұрылымды пайдаланады.

Asterisk өзегі арқылы қамтамасыз етілген функциялардан басқа, модульдер барлық басқа функцияларды қамтамасыз етеді. Модульдерді жүйе жүктеу кезінде, олар жүктелгеніне қарамастан, жүктеліп жатқанда немесе тіпті жүктелмегенде / жүктелгенде де басқаруға болады. Көптеген модульдер дербес конфигурацияланған және өздерінің конфигурациялық файлдары бар. Кейбір модульдерде дерекқордан тікелей немесе динамикалық түрде (нақты уақыт режимінде) жүктелетін теңшелім қолдауы бар. Логикалық тұрғыдан алғанда бұл модульдер әдетте Asterisk модульдер каталогында орналасқан .so файл кеңейтілуі (/usr/lib/asterisk/modules) бар файлдар. Asterisk boots кезінде бұл файлдарды жүктейді және олардың функционалдығын жүйеге қосады. Өзектің бөлігі болып табылатын Asterisk модульдер pbx_XXXXX.so-ге ұқсас файл атауына ие.

Осы құрылымда келесі модульдер қолданылады:

- құрылғылармен өзара іс-қимыл және Asterisk тыс нақты дабыл хаттама түрлендірілетін арна драйверлері (Channel Drivers);

- Dialplan қосымшалары (Dialplan Applications), жүйе үшін қоңырау функцияларын ұсынады. Қосымша қоңырауға жауап бере алады, дауыстық түйсік ойнатады, тұтқаны қояды және т.б.;

- Dialplan (Dialplan Functions) функциялары, қоңырау кезінде әр түрлітүзетулерді орнату және алу үшін қолданылады. Мысалы, шығыс қоңырау үшін шақырылып отырған абонент идентификаторын орнату үшін арнайы функция пайдаланылуы мүмкін;

- қорлар (Resources), Asterisk қорларын сипаттайды. Жалпы мысал қорлары күту немесе орналасу кезінде музыка қосады;

- кодектер - дыбысты немесе бейнені кодтау немесе декодтау үшін модуль. Әдетте, кодектер бұқаралық ақпарат құралдарын кодтау үшін пайдаланылады, ол ол өткізу жолағының енін азайтады;

- дискіні дискіге арнайы пішімде сақтау және осы файлдарды желідегі медиа ағындарына түрлендіру үшін пайдаланылатын файл пішімі драйвері (File Format Drivers);

- Call Detail Record (CDR) драйверлері, дискке немесе дерекқорға қоңыраулар журналын жазады;

- қоңыраулар журналының драйверлері (Call Event Log (CEL) Drivers). Қоңыраулар оқиғаларының журналы осындай қоңыраулар журналына ұқсас, бірақ нақты қоңырау кезінде Asterisk ішінде болған жағдайлар туралы толық ақпаратты қоса жазады;

- көпір драйверлері (Bridge Drivers), олар Asterisk жүйесінде көпірдің құрылымымен пайдаланылады және қоңырау қатысушыларының арасында мультимедиялық хабарламаларды қосудың әр түрлі жолдарын ұсынады.

PBX өзегі инфрақұрылымды қамтамасыз ететін маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Көптеген функциялардың арасында конфигурациялық файлдар, соның ішінде драйвер және басқа да модульдер мен компоненттердің көп функционалдығын қамтамасыз ететін жүктемесі бар. Өзек кез-келген Asterisk жүйесінің логикасы болып табылатын dialplan құрып, жүктейді. Dialplan жүйесі жүйедегі кіріс және шығыс қоңырауларды қалай өңдей алатындығын білу үшін Asterisk нұсқауларының тізімін қамтиды.

Логистикалық тұрғыдан алғанда, бұл модульдер Asterisk модульдер каталогында орналасқан әдетте (.so, .so // usr / lib / asterisk / modules) кеңейтілуі бар файлдар. Asterisk іске қосылғанда ол бұл файлдарды жүктейді.

Asterisk жүйесінің негізі келесі функционалдық деңгейлерді қамтамасыз етеді [52]:

- коммутация - кәдімгі PBX немесе коммутатор сияқты, арналарын (қоңыраулар, қосымшалар) қосу үшін мүмкіндік береді. Бұл деңгейдің мақсаты - көптеген аппараттық немесе бағдарламалық интерфейстері бар болуын және ерекшелігін ескерместен екі немесе одан да көп бағыттары арасындағы байланысты құру;

- қосымша тапсырмаларды орындау - бұл деңгей дауыстық пошта, конференциялар, дауыстық файлдар ойнату, сондай-ақ деректер базасымен жұмыс ретінде, міндеттері (екі кірістірілген және пайдаланушы міндеттер) пайдаланушы үшін көрсетілген қызметті құруды қамтамасыз етеді;

- кодты түрлендіру - жүктелген функционалдық модульдер арқасында үйлесімділік деңгейі арна түрі сөйлеу кодтау немесе бейнені қосуды қамтамасыз етеді;

- міндет және енгізу/шығару арналарын жоспарлау менеджері - бұл деңгейдің бағдарлама блоктары әртүрлі деңгейде беру арналарының деректерін өңдеуді орындайды, операциялық жүйе ортада жүйесінің жұмысын бақылайды, алуан мәселерді ескеріп, олардың өнімділігін оңтайландырады.

Өзек 4 API интейфейсін пайдаланылады [53]:

- пайдаланған кезде кіріс немесе шығыс құрылатын арнаның физикалық және логикалық деңгейіне тән сигнал туралы ақпаратты және пайдаланушының ақпаратын өңдеуді жүзеге асырады. Бұл деңгейдің кітапханалары VoIP (H.323, SIP, MGCP, SCCP, T.38), TDM / TDMoE (FXS, FXO, MF / MFC-R2, ISDN-BRI, ISDN-PRI, SS7)

- пайдаланушы қызметтерін қамтамасыз ету немесе қажетті функционалдылықты қамтамасыз ету үшін тиісті кітапханаларды жүктеуді жүзеге асырады (дауыстық пошта, конференц-байланыс);

- кодекті өңдеу интерфейсі жүйеде сөз немесе бейнені ықтимал түрлендіруге сәйкес жүктелетін кітапхананың бұл деңгейінде болады, мысалы, G.711A / Mu, GSM, LPC, G.723, G.726, G.729, MP3, H.261 / 263 / p сияқты кодтау түрлері;

- файл пішімін өңдеу интерфейсі - жүйеде қатты дискіде (CD-ROM) сақталатын дауыстық, графикалық немесе бейне ақпараттардың тиісті форматтарын жаңартатын кітапханалар жиынтығы. RAW, MP3, WAV, WAV49 (GSM), VOX (ADPCM), JPG, PNG пішімдерді қолдайды.

Осы жүйе құрылымының арқасында Asterisk бағдарламалық жасақтамасы платформа ядросының функционалдығы мен дамудың қазіргі технологиялары мен технологиялары арасында көптеген абстракцияда жұмыс істейді.

Asterisk IAX, H.323, SIP және басқа сияқты VoIP протоколдарымен жұмыс істейді. IAX хаттамасы - IP-PBX Asterisk арасында VoIP деректерін алмасу хаттамасы. Протокол бірнеше дауыстық ағындарды біріктіруге және IP-десте тақырыптарын беруімен байланысты үстемелерді азайтуға мүмкіндік береді. Қолайсыздығы - бейне қолдаудың болмауы.

H.323 протоколы PSTN желісіне қосылу мүмкіндігі бар IP желілерінен дауыс, бейне, деректер және факстерді жіберу құралы ретінде жасалды. IP-хаттамада жұмыс істейтін бейне-конференц-байланыс жабдығының стандартына айналды.

SIP хаттамасы - қолданбалы деңгейдегі сигнал беру хаттамасы. SIP Интернет-телефония қоңыраулары сияқты мультимедиялық ақпарат алмасу сессияларын орнату, реттеу және тоқтату үшін пайдаланылады. SIP дыбыстық

деректерді соңғы нүктелер арасында бермейді. Дауыс деректерін (яғни дауысты) соңғы нүктелер арасында беру үшін RTP пайдаланылады (сурет 2.7).



Сурет 2.7 - SIP және RTP сипаттайтын құрылым

Asterisk қолдайтын кодектердің салыстырмалы кестесі (G.711, G.726, G.729A, GSM, iLBC, Speex, MP3 және т.б.) 2.1-кестеде келтірілген.

Кесте 2.1 – IP-PBX Asterisk қолдайтын кодектер

Кодек	Деректерді беру жылдамдығы, кбит/с
G.711	64
G.726	16, 24, 32 немесе 40
G.729A	8
GSM	13
iLBC	13,3 (әр кадр 30 мс-тан) немесе 15,2 (әр кадр 20 мс-тан)
Speex	Айнымалы (2,15 мен 22,4 аралығында)

Осы кодектердің көбісі адам миының толық емес ақпаратқа толық әсер ету мүмкіндігін ескереді.

Қызмет көрсету сапасы QoS (Қызмет көрсету сапасы) - бұл пайдаланушыға желімен ұсынылған деректер ағынын беру және уақыт өте маңызды болып табылатын қызметтердің сапасы мен сыныбын анықтайтын сипаттама. Мұнда катал нормалар жоқ, бірақ әдетте әңгімелесушінің дыбысы тыңдаушының құлағына 150 мс-те жеткізілсе, әдеттегі әңгімелесудің қалыпты ағыны мүмкін деп есептеледі. Кідіріс 300 мс-тан асса, әңгімелесуге қатысушылар бірін-бірі үзеді. 500 мс-тан астам кідіріспен әдеттегі сөйлесу мүмкін емес. Уақыт талаптарын орындаудан басқа, берілетін ақпараттың бүлінбегенін қамтамасыз ету керек. Тым көп дестелердің жоғалуы аяғында цифрлық аудио сигналды толығымен қайта жаңартуға мүмкіндік бермейді, ал деректердің кемшіліктері кедергі немесе одан да ауыр жағдайларда толық сөздерді немесе сөйлемдерді жоғалтатын болады.

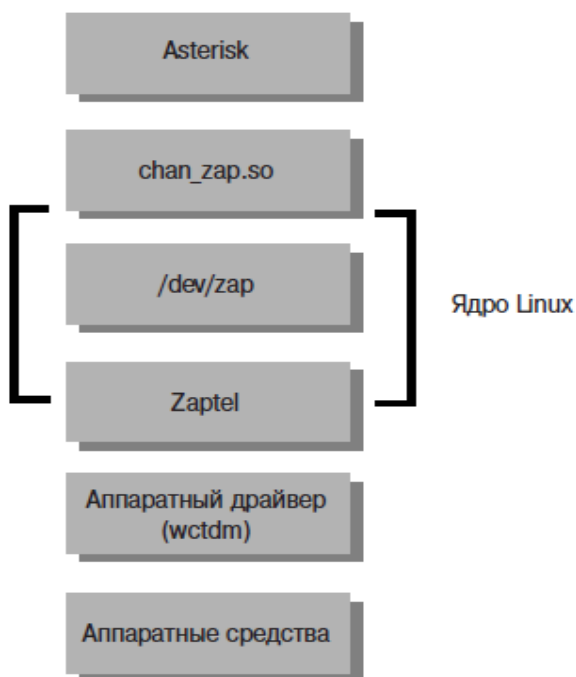
2.6 Asterisk-пен құрылғылардың өзара әрекеттесу деңгейлері

2.8 суретте аппараттық менеджмент тұрғысынан Asterisk және Linux ядросының өзара әрекеттесу деңгейлері көрсетілген.

Asterisk жағында Zapata арнасының модулі бар, `chan_zap`. Asterisk осы интерфейсті Linux драйверлерімен жүктелетін ақпаратпен алмасу үшін пайдаланады.

Zaptel интерфейсі - жүктелетін ядро модулі, ол аппараттық драйверлер мен Asterisk дискісіндегі Zapata модулі арасындағы дерексіз деңгейді білдіреді. Аспаптың бастапқы кодын өзгертпестен құрылғы драйверлерін өзгертуге мүмкіндік беретін осы тұжырымдама. Құрылғы драйверлері жабдықпен тікелей байланысу үшін және Zaptel мен аппараттық құралдар арасында ақпарат алмасу үшін пайдаланылады.

Asterisk әртүрлі платформаларда жинақтауға болады, Zaptel драйверлері арнайы Linux дистрибутивтеріне арналған, олар Linux ядросымен тікелей өзара әрекеттесу үшін жасалған.



Сурет 2.8 – Asterisk құрылғылармен өзара әрекет ету деңгейлері

2.7 Asterisk жүйесінің компоненттік дерексіздігі

Asterisk жоғары дәрежелік модельшендікке ие. Қосымшаның `main/` алғашқы кодының каталогында жиналатын негізгі бөлігі бар. Негізгі бөлігі, модуль тізімі ретінде. Негізгі бөлігінде сонымен қатар, код бар, онда дерексіз интерфейстерді жүйе арқылы телефон қоңырауларын жіберудің орнына қалай байланыстыруға болатыны көрсетілген. Бұл интерфейстердің нақты жүзеге асыру бағдарламаны орындау кезеңінде жүктелетін модульдермен тіркеледі.

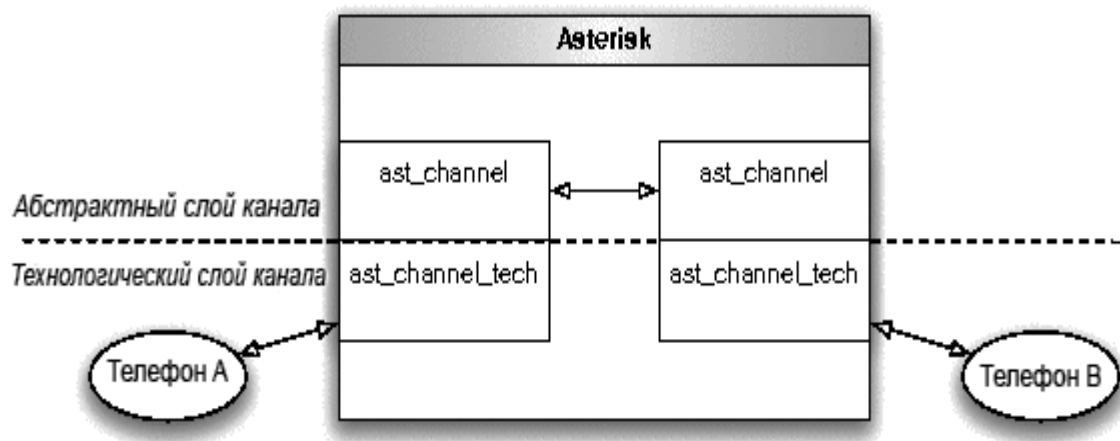
Қосымшаның негізгі бөлігі іске қосылған кезде, үнсіз келісім бойынша файлдық жүйенің анықталған каталогтарында табылған қосымшаның қалған

бөліктері іске қосылады. Бұл әдіс қарапайым ретінде таңдалған болатын. Бірақ жеке конфигурациялық файл бар, онда қандай модульдер қандай ретпен іске қосылатынын таңдауға болады. Осының салдарынан, жүйені конфигурациялау күрделірек келеді және осындай түзету әдісі ұзақ уақытты алады, бірақ қандай модульдерді іске қоспауға болатынын көрсетуге болады. Бұл әдістің артықшылығы, қосымша қолданатын жадыны үнемдеу болып табылады. Бірақ, егер модуль керек болмаса, желіні байланыстыру мүмкіндігі бар модульдерді іске қосып керегі жоқ. Бұл қауіпсіздік деңгейін сақтауға да жақсы.

Модульдер іске қосылған соң, Asterisk базалық бөлігінде осы модульдерде жүзеге асырылған барлық компоненттік дерексіздіктер тіркеледі. Asterisk базалық бөлігінде тіркеуге болатын және жүзеге асыратын бірнеше интерфейстері бар. Модуль көмегімен, қажетті әр түрлі интерфейстерді тіркеуге болады. Әдетте, бір модульде бір-бірімен байланысқан интерфейстер топталады [54].

Asterisk жүйесіндегі барлық интерфейстерден, арна драйверлерінің интерфейсі (channel driver) күрделі әрі маңызды болып табылады. Asterisk жүйесінің API арналары телефон хаттамасының абстракциясы ретінде ұсынылады, ол қандай телефон хаттамаларын қолданса да, Asterisk жүйесінің барлық басқа қосымшаларын қолдануға мүмкіндік береді. Бұл компонентке Asterisk арнасының абстракциясы мен телефон технологиясының ерекшеліктерін түрлендіру жүктеледі.

Asterisk арналар драйверінің интерфейсі `ast_channel_tech` болып табылады. Мұнда арна драйверінде жүзеге асырылу керек әдістер жинағы анықталады. Арна драйверінде жүзеге асырылатын алғашқы әдіс `ast_channel` фабрикасының әдісі, ол `ast_channel_tech` объектісінің `requester` әдісі болып табылады. Asterisk арнасы құрылған кезде кіріс және шығыс телефон қоңыраулары үшін `ast_channel` объектісінің көшірмелерін құрып, инициализациясын жүзеге асыруды білдіреді. `ast_channel` объектісі құрылған кезде, `ast_channel_tech` объектісіне сілтеме жасайды, оның көмегімен құрылады. Технологиялық ерекшеліктеріне байланысты, өңделетін басқа да амалдар бар. `ast_channel` арнасында `ast_channel_tech` объектісінің сәйкес әдісіне хабарласу арқылы орындалатын амалдар орындалуы қажет. 2.9 суретте Asterisk құрылымында абстракция деңгейлері қалай сипатталатыны көрсетілген.



Сурет 2.9 – Арнаны технологиялық жүзеге асыру қабаты және арнаның дерексіз қабаты

`ast_channel_tech` маңызды әдістері А қосымшасында келтірілген.

Asterisk базалық бөлігінде қоңырау аяқталғаннан соң, дерексіз арна коды `ast_channel_tech` hangup кері шақыру амалына сүйеніп, `ast_channel` объектісін жояды.

Asterisk жүйесінің әкімшіліктері `/etc/asterisk/extensions.conf` файлында орналасқан Asterisk dialplan жоспарының көмегімен қоңыраулардың жүру бағытын үйлестіреді. Dialplan кеңейту (extensions) деп аталатын ережелерден тұрады. Жүйеге жаңа қоңырау түскенде, терілген нөмір dialplan-да осы қоңырауды өңдеу үшін қолданылатын кеңейтуді іздейді. Кеңейтуде dialplan қосымшалар тізімі көрсетіледі. dialplan-да орындауға мүмкін болатын қосымшалар тізімі тіркеледі. Бұл тізім жүйеге модульдер іске қосылғанда толтырылады.

Asterisk құрамына екі жүздей қосымшалар кіреді. Қосымшаның анықтамасы бос. Қосымшаларда арналардың өзара әрекеті үшін Asterisk жүйесіндегі кез-келген ішкі API интерфейстері қолданылуы мүмкін. Кейбір қосымшалар бір тапсырма орындауы мүмкін, мысалы, Playback қосымшасы, шақырып отырға үшін дыбыстық файлды ойнатады. Басқа қосымшалар жүйе жұмысына көбірек тартылған және көп амалдар орындайды, мысалы, Voicemail қосымшасы.

Asterisk dialplan пайдаланғаннан қоңырауларды арнайы өңдудің орнына бірнеше қосымшаларды біріктіруге болады. Тіл шеңберінен тыс, кез-келген бағдарламалау тілін қолданумен арнайы өңдеуді орындайтын бірнеше қосымшаларды біріктіруге болады. Тіпті, басқа бағдарламалау тілімен скриптік интерфейстер қолданған жағдайларда арнамен өзара әрекет кезінде dialplan қосымшаларын шақыруға болады.

2.8 Телекоммуникация желісінде екі бағдарламалық Asterisk жұмысына тәжірибелер жүргізу

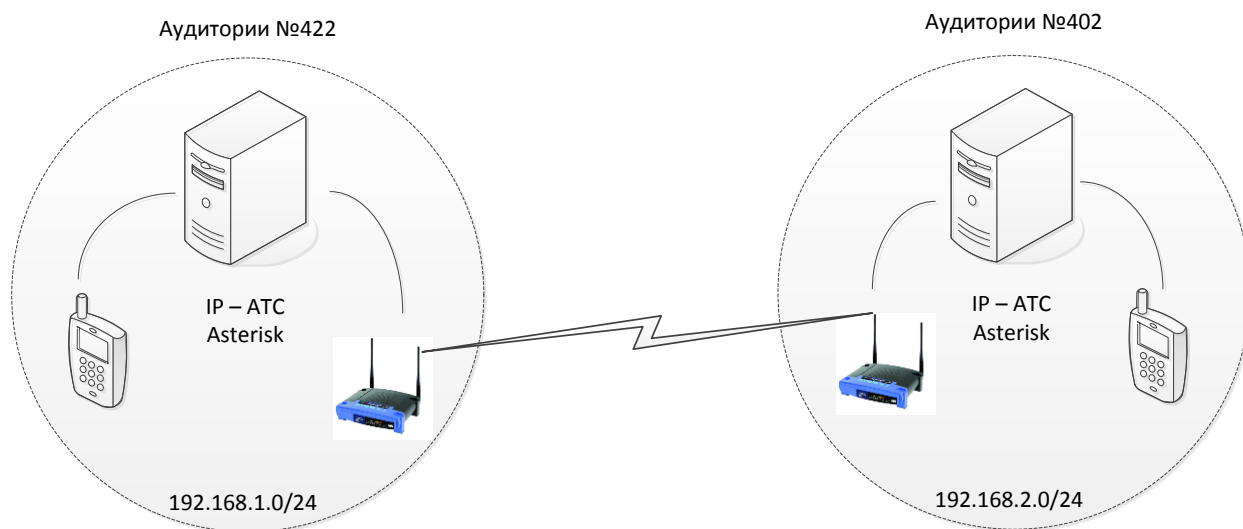
Сервердің көрсеткіштерін таңдау калькулятор бойынша жүргізілген [55] және калькулятордың шығыс деректері 2.2 кестесінде келтірілген.

Кесте 2.2– Сервер көрсеткіштері

CPU	RAM, MB	HDD, GB	FXS шлюздер
Intel Atom C2550 2.4 Ghz, Intel Core i3-6300T 3.3 Ghz немесе осыған ұқсас	2048	31	Audiocodes MP-124, 16FXS Dinstar DAG2000-16S Grandstream GXW-4216

Алғашқы еліктеменің өткізу орны Қарағанды қ., Бейбітшілік гүлзары, 56 үй, Қарағанды Мемлекеттік Техникалық Университетінің төртінші корпусында, төртінші қабатта, «Байланыс технологиялары мен жүйелері» кафедрасында [56-58].

Бірінші сервер № 422 аудиторияда, ал екінші сервер – 112 м. қашықтықтағы № 402 аудиторияда. Екі шетінде сымсыз модемдік xDSL технологиясын қолданумен алғашқы еліктеме сұлбасы 2.10 суретте көрсетілген.



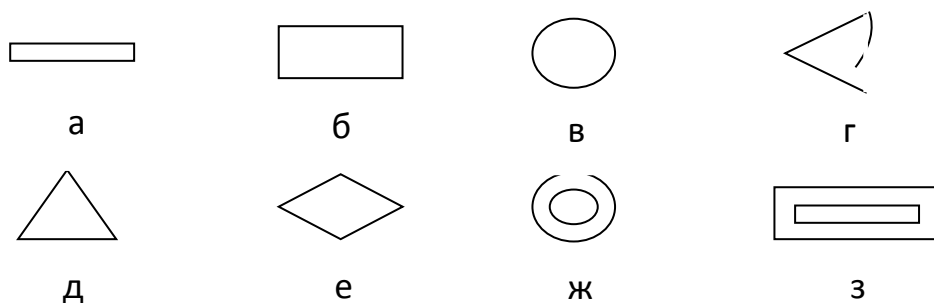
Сурет 2.10 – Алғашқы сымсыз еліктеме сұлбасы

Әрбір серверге ұялы телефон нөмірлері жазылған. Осыған сәйкес байланыстар ойдағыдай жүзеге асырылды.

Әрі қарай, телекоммуникация желісінде екі бағдарламалық Asterisk жұмысына еліктеме жасалды. Мұнда бірінші сервер № 422 аудиторияда, екінші сервер осы корпусстың бірінші қабатында орналасқан № 106 аудиторияда және екі шетінде де микрожолакты антенналарды (МЖА) қолданумен серверлер ара қашықтығы 150м. құрады [59- 61]. Антеннаға қойылатын маңызды талаптардың

бірі жоғары технологиялылық және масса-ауқым көрсеткіштері. Радиоэлектрондық аспап көп жағдайда құрамына кіретін антенна-фидерлік құрылғылар сипатымен сипатталады. ЖЖ диапазондағы антенналардың түрлері көп. Заманауи түрлерінің бірі микрожолқты антенналық тор болып табылады. Мұндай тор құрамына баспа технологиясымен дайындалған сәуле таратушылар кіреді. Сәуле таратушылар түрлері 2.11 суретте көрсетілген.

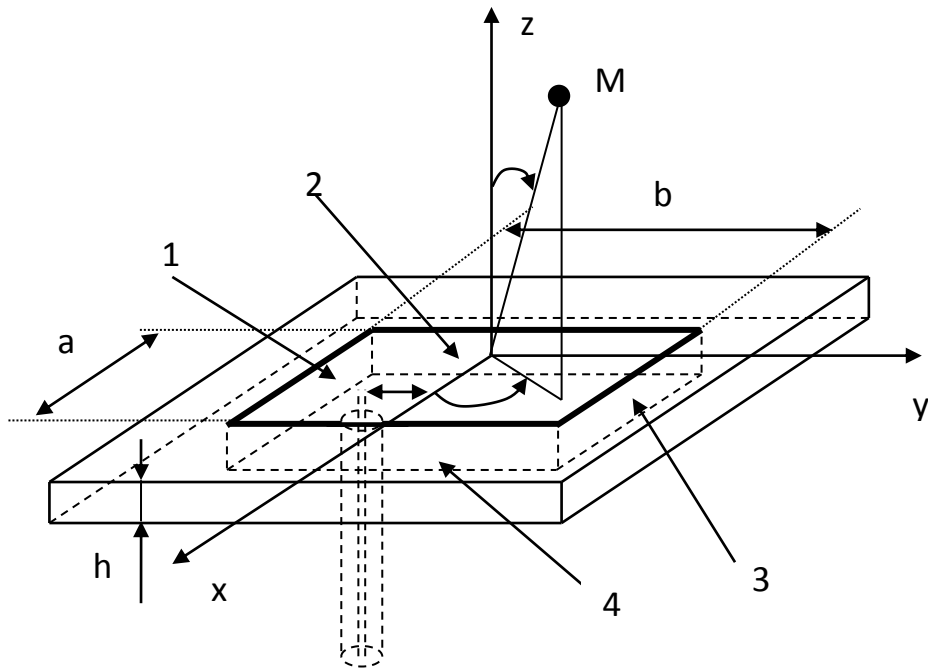
МЖА негізі бір немесе бірнеше металл экрандары бар диэлектрик қабаты болып табылады. Интегралдық технологияны қолдану есебінен МЖА жақсы масса-ауқымды көрсеткіштерге, дайындау дәлдігі мен көрсеткіштер тұрақтылығына ие. МЖА есебі бірдей жаратылыс есебінен жолақтық желіжолдар тұжырымдамасының негізінде жүзеге асырылады [62,63].



а – тербелмелі, б – тікбұрышты, в – дисктік, г – секторлық,
д – үшбұрышты, е – ромб тәріздес, ж – сақиналық, з – жарықты

Сурет 2.11 – Жолақтық сәуле таратушылардың каноникалық пішіндері

Микрожолқтық антенналардың негізгі жұмыс қағидасы алшақ тұрған симметриялы емес жолақтық желіжолдар (СЖЖ) кесіндісі ретінде тік бұрышты микрожолқтық сәуле таратушы (МЖС) модельінде негізделген. СЖЖ – екі өткізгіштері бар беру желіжолы. Ұзын желіжол ретінде жақыннан қарастыру тәсілін қолдану кезінде квази-Т толқынының есебі жүргізіледі. Мұнда сәуле сәуле таратушының дөңбек тесіктерін жүретіні болжамдалады, ал дөңбек жақтардан сәуле аз таралатыны мәлім. Жаңғырықты жұмыс режимі толқынның жолақтық желіжолдарының шеттерінен шағылысқан синфазалық қосумен қамтамасыз етіледі. Қадамен қоздайтын тік бұрышты СЖЖ қарастырайық. (сурет 2.12).



Сурет 2.12 – Қадамен қоздайтын тік бұрышты СЖЖ

Сәуле таратушы оның бағыты ОУ осымен сәйкес келетіндей орналасқан. Мұндай жағдайда, осы бағытта таралатын сәуле таратушының b еніне байланысты болады. A мөлшерінен жаңғырықтағы кіріс кедергісінің шамасы тәуелді болып табылады. Дөңбек тесіктер - 1 және 3 тесіктер. Олар негізгі поляризацияның толқындарын таратады. Бүйір тесіктер – 2 және 4. Бұл тесіктер айқасты поляризация толқындарын таратады.

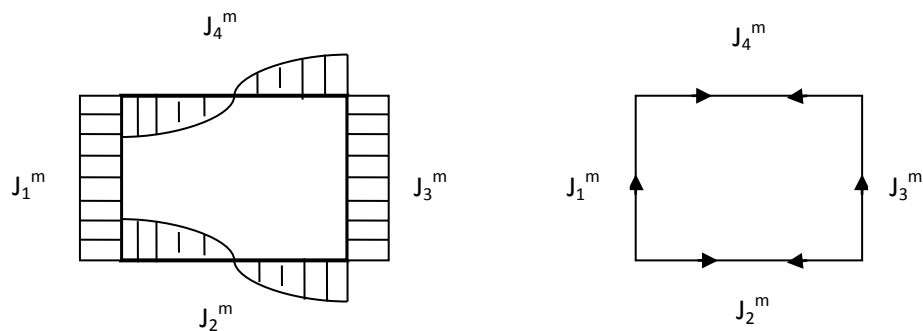
Егер сәуле таратушының жаңғырық мөлшері квази-Т толқынының тақ жартылай толқынына тең болса, дөңбек тесіктердегі өріс тербелісінің фазалары қарама-қарсы (1). Дөңбек және бүйір тесіктерлегі эквиваленттік магниттік ток шамасы мен бағыты келесі қатынаспен анықталады (2.1)

$$b = (2 \cdot m + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}, m = 1, 2, \dots, \quad (2.1)$$

$$j_m = \left[\bar{E}_\tau, \bar{n} \right] \quad (2.2)$$

мұнда $\bar{n}$ – тесік жазығына бірлік вектордың қатынасы.

Бұл тоқтардың амплитудасы мен бағытын тарату 2.13 суретте көрсетілген.



Сурет 2.13 – Тоқтардың амплитудасы мен бағытын тарату

Эквиваленттік магниттік тоқтар (2.1) шарттар орындалғанда синфазалы. Яғни, осы тесіктердің сәуле таратылуы экран жазығының бағытына қарай үлкен мәнге ие болады.

Егер ПЛ кесіндісінің ұзындығы квази-Т толқынының шамасымен жүп болса, мұндай МЖС экран жазығының бағытына қарай сәуле таратпайды.

Антеннаның негізгі параметрлері:

- кіріс кедергісі – кірістегі желіжолдың эквиваленттік кедергісі;
- жиіліктің жұмыс жолағы – техникалық тапсырмада көрсетілген маңызды көрсеткіштер қатары ұйғарынды шегінде қалатын жиіліктер жолағы;
- антеннаның пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) – антенна шығаратын сәуле қуатының антеннаға жіберілетін сәуле қуатына қатынасы;
- антеннаның бағытталған әрекет ету коэффициенті (БӘК) – екі антеннаға бірдей қуат жіберілгенде, көрсетілген бағытта электромагниттік сәулеленудің қарқындылығы бағытталмаған (изотроптық) антеннаның сәулелену қарқындылығынан қанша есе көп екендігін көрсететін бағытталудың шамалық сипаты;
- абсолюттік (изотроптық) антеннаның УК берілген бағытта екі антеннаға бірдей қуат жіберілгенде, сәулелену қарқындылығы ПӘК 100% болатын изотроптық жорамал антеннаның қарқындылығынан қанша есе үлкен екендігін көрсетеді;
- бағытталу диаграммасы электр тоғының амплитудасының немесе кернеу вектор фазасының алыс қашықта орналасқан бақылау орнының бұрыштық координаттарына тәуелділігін көрсетеді;
- поляризация – электромагниттік толқынның E және H векторларының бағытталу сипаты (ереже бойынша E векторы).

2.8.1 МЖС құрылымдық көсеткіштерін есептеу

Антенна дециметрлік диапазонда жұмыс істеуі қажет, орталық жиілік 2437 МГц. Есептеулер үшін төсем материалының салыстырмалы диэлектрлік өткізгіштігінің мәнін білу қажет. Бұл жағдайда $\epsilon=2,5$. Қолайлы материал САМ-Э, оны сипаттамалары 2.1 [64, 65] кестеде көрсетілген.

Кесте 2.3– САМ-Э материалының сипаттамалары

ε_r	$\operatorname{tg}\delta \cdot 10^4$	Тесерлік кернеу, МВ/м	Тығыздығы, г/см ²
2,5±0,1	6	30	1,12

Қорек желіжолының толқындық кедергісін – 50 Ом. деп алайық. Бұл фидерлер ретінде қолданылатын коаксиальдік тарату жолдарының стандартты мәні.

Антеннаның алғашқы өлшемдерін анықтау.

(2.3) және (2.4) қатынастарына сәйкес, МЖС бағдарлы өлшемдерін таңдайық.

$$a \leq \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon}}, \text{ м.} \quad (2.3)$$

$$b \cong (0,48...0,49) \cdot \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon}}, \text{ м.} \quad (2.4)$$

мұнда λ_0 – ауада жұмыс диапазонының толқынының орташа ұзындығы.

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_{cp}}, \text{ м.} \quad (2.5)$$

мұнда $c=10^8$ м/с – вакуумда жарық жылдамдығы;

$f_{cp}=2,437$ ГГц – жұмыс диапазонының орташа жиілігі.

Тесіктерде кедергілердің сыйымды реактивті құраушыларының болуына байланысты, МЖС-тың резонансты өлшемін (2.1) формуласымен анықталатын мәннен аз қылып алады, сондықтан, b есептеу кезінде 0,48...0,49 коэффициенттерін қолданады.

МЖС өлшемдерін есептеуге арналған формулаларға қажетті деректерді қойып, $a \leq 77,86$ мм, $b \approx 37,37$ мм мәндерін аламыз. a -ны 37 мм тең, b -ны 38 мм тең деп алайық.

h төсем қалыңдығының мәнін болжамдап таңдайық. Тиімді қалыңдық (2.6) мәнінен алынады

$$\frac{h}{\lambda_0} = 0,025 \quad (2.6)$$

мұнда h тең 3,077 мм.

2.8.2 Тиімді диэлектрлік өткізгіштікті табу

Ені a болатын симметриялы емес жолақтық желіжолдың тиімді диэлектрлік өткізгіштігін табайық. w/h қатынасы бірден үлкен болғандықтан (мұнда $w=a=40$ мм – МЖЖ ені) есептеулерді (2.7) формуласымен жүргіземіз

$$\varepsilon_{эфф} = \frac{(\varepsilon + 1)}{2} + (\varepsilon - 1) \cdot \frac{(1 + \frac{12 \cdot h}{w})^{-\frac{1}{2}}}{2} \quad (2.7)$$

Нәтижесі - $\varepsilon_{эфф}=2,281$.

Толқындық кедергіні табу.

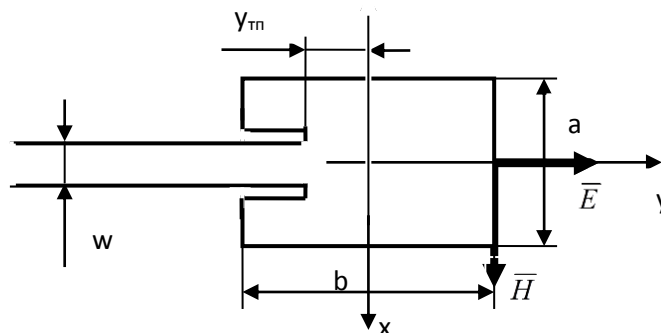
Симметриялы емес жолақтық желіжол a кедергісін w/h мәні 3,3 үлкен деп алып, (2.8) формуласымен есептеп көрейік

$$Z_e = \frac{60\pi}{\sqrt{\varepsilon}} \cdot \left\{ \frac{w}{2h} + 0,44 + \frac{0,082(\varepsilon - 1)}{\varepsilon^2} + \frac{\varepsilon + 1}{\varepsilon} \cdot \left[0,231 + 0,159 \cdot \left(\frac{w}{2h} + 0,94 \right) \right] \right\}^{-1}, \text{Ом} \quad (2.8)$$

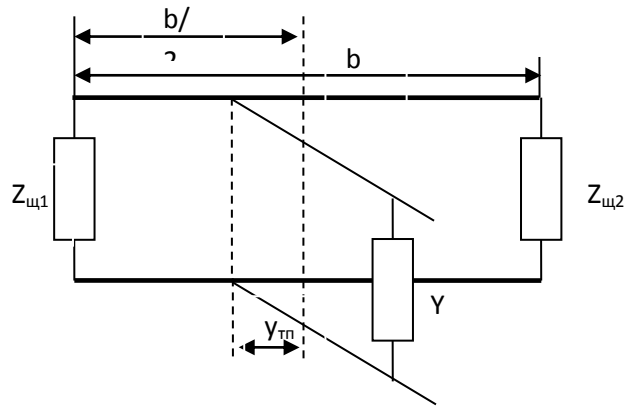
нәтижесінде $Z_B=17,009$ Ом.

2.8.3 МЖС толқындық кедергісін табу

МЖС кіріс кедергісін анықтау үшін жолақтық желіжолмен қозатын (2.13 сурет) тікбұрышты элемент сұлбасын қарастырып көрейік. Бұл сұлба 2.14 суретінде көрсетілген. Тікбұрышты пластинка дөңбек тесіктер өткізгіштігіне жүргізілген симметриялы емес желіжол кесіндісі ретінде көрсетілген [66]. Жолақтық желіжол параллель кешенді өткізгіштік және мінсіз трансформатор ретінде бейнеленген. Параллель әрекет қабілеттілігі нөл ретінде көрсетілген, ал айналу коэффициенті кедергінің бірлігі ретінде көрсетілген.



Сурет 2.14– Жолақтық желіжолмен қозатын МЖС



Сурет 2.15– Эквиваленттік сұлба

Сәуле таратушының кіріс кедергісі ($Z_{\text{вх}}^0$) резонанстық жиілікте $y_{\text{тп}} = b/2$ (қорек орны шет жақтан) болған кезде (2.9) формуласынан табамыз

$$Z_{\text{ex}} = R_{\text{ex}} + X_{\text{ex}} = \frac{Z_1 Z_2}{(Z_1 + Z_2) + Z_{\text{шт}}}, \text{ Ом.} \quad (2.9)$$

мұнда Z_1 – ұзындығы $b/2 - y_{\text{тп}}$ болатын екі сымды желіжол кесіндісінің кедергісі, ол дөңбек тесіктің кедергісіне $Z_{\text{ш1}}$, Ом артылған (2.10);

Z_2 – ұзындығы $b/2 + y_{\text{тп}}$ болатын екі сымды желіжол кесіндісінің кедергісі, ол дөңбек тесіктің кедергісіне $Z_{\text{ш2}}$, Ом артылған (2.11);

Z_1 және Z_2 мәндерін (2.10) және (2.11) формулаларынан табамыз

$$Z_1 = W_u \cdot \frac{Z_{\text{ш1}} + iW_u \cdot \text{tg}[\beta \cdot (\frac{b}{2} - y_{\text{тп}})]}{W_u + iZ_{\text{ш1}} \cdot \text{tg}[\beta \cdot (\frac{b}{2} - y_{\text{тп}})]}, \text{ Ом.} \quad (2.10)$$

мұнда W_u – жолақтық желіжолдың жоғалтусыз толқындық кедергісі, Ом;

$Z_{\text{шт}}$ – қорек қадасының индуктивтік кедергісі, Ом;

β – квази-Т толқынын таратудың тұрақты шамасы, м^{-1} ;

$y_{\text{тп}}$ – орташа орынға қатысты Оу бойымен қорек желісінің жылжуы, м;

$Z_{\text{ш1}}$ – бірінші дөңбек тесіктің кедергісі, Ом.

$$Z_2 = W_u \cdot \frac{Z_{\text{ш2}} + iW_u \cdot \text{tg}[\beta \cdot (\frac{b}{2} + y_{\text{тп}})]}{W_u + iZ_{\text{ш2}} \cdot \text{tg}[\beta \cdot (\frac{b}{2} + y_{\text{тп}})]}, \text{ Ом.} \quad (2.11)$$

мұнда $Z_{\text{ш2}}$ – екінші дөңбек тесіктің кедергісі, Ом.

квази-Т толқынын тарату тұрақты шамасы 2.12 сәйкес анықталады

$$\beta = k_0 \cdot \sqrt{\varepsilon_{\text{эфф}}} , \text{ м}^{-1}. \quad (2.12)$$

мұнда k_0 – толқындық шама (2.37)

$$k_0 = \frac{2\pi}{\lambda_0} , \text{ м}^{-1}. \quad (2.13)$$

Дөңбек тесік сәуле тарату өткізгіштігі (2.14) сомасы ретінде анықталады

$$G = \frac{1}{Z_{\text{ш}}} = G^a + iG^r , \text{ см}. \quad (2.14)$$

Мұнда G^a және G^r шамалары (2.15, 2.16) қатынастарымен анықталады

$$G^a = \frac{\pi a}{\lambda_0} \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}} , \text{ см}. \quad (2.15)$$

$$G^r = \frac{\pi a}{\lambda_0} \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}} \cdot (1 - 0,276 \cdot \ln(k_0 \cdot h)) , \text{ см}. \quad (2.16)$$

Абсолюттік диэлектрлік және магниттік өткізгіштігі $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м, $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Осылай МЖС кірістік кедергісі анықталады. Қаданың индуктивті кедергісі МЖС жолақтық желіжолмен қозатындығынан нөлге тең. Қорек орны резонанстағы МЖС кедергісі ретінде анықталады. Қорек орнының жылжуы қорек тізбегімен жақсы қатысатындай кірістік кедергінің қажетті мәндерін алуға мүмкіндік береді.

Жоғарыда айтылғандардан, келесіні аламыз: $Z_{\text{вх}}^0 = 105,58 + 98,836i$ Ом.

2.8.4 Қорек көзін алғашқы рет таңдау

Сәуле таратушының ($Z_{\text{вх}} = W_{\text{л}} = 50$ Ом) қорек желіжолымен келісу қажеттілігіне байланысты, $f = f_0$ болған кезде $u_{\text{тп}}$ қорек орнын жорамалдап анықтау қажет. Бұл үшін $Z_{\text{вх}}^0$ шамасын пластина ортасынан $u_{\text{тп}}$ қашықтықтағы кіріс кедергімен байланыстыратын жақындатылған қатынасты қолданамыз (2.17).

$$Z_{\text{ex}} \cong Z_{\text{ex}}^0 \cdot \sin^2\left(\frac{\pi y_{mn}}{b}\right) , \text{ Ом}. \quad (2.17)$$

Мұнан келесіні табамыз (2.18)

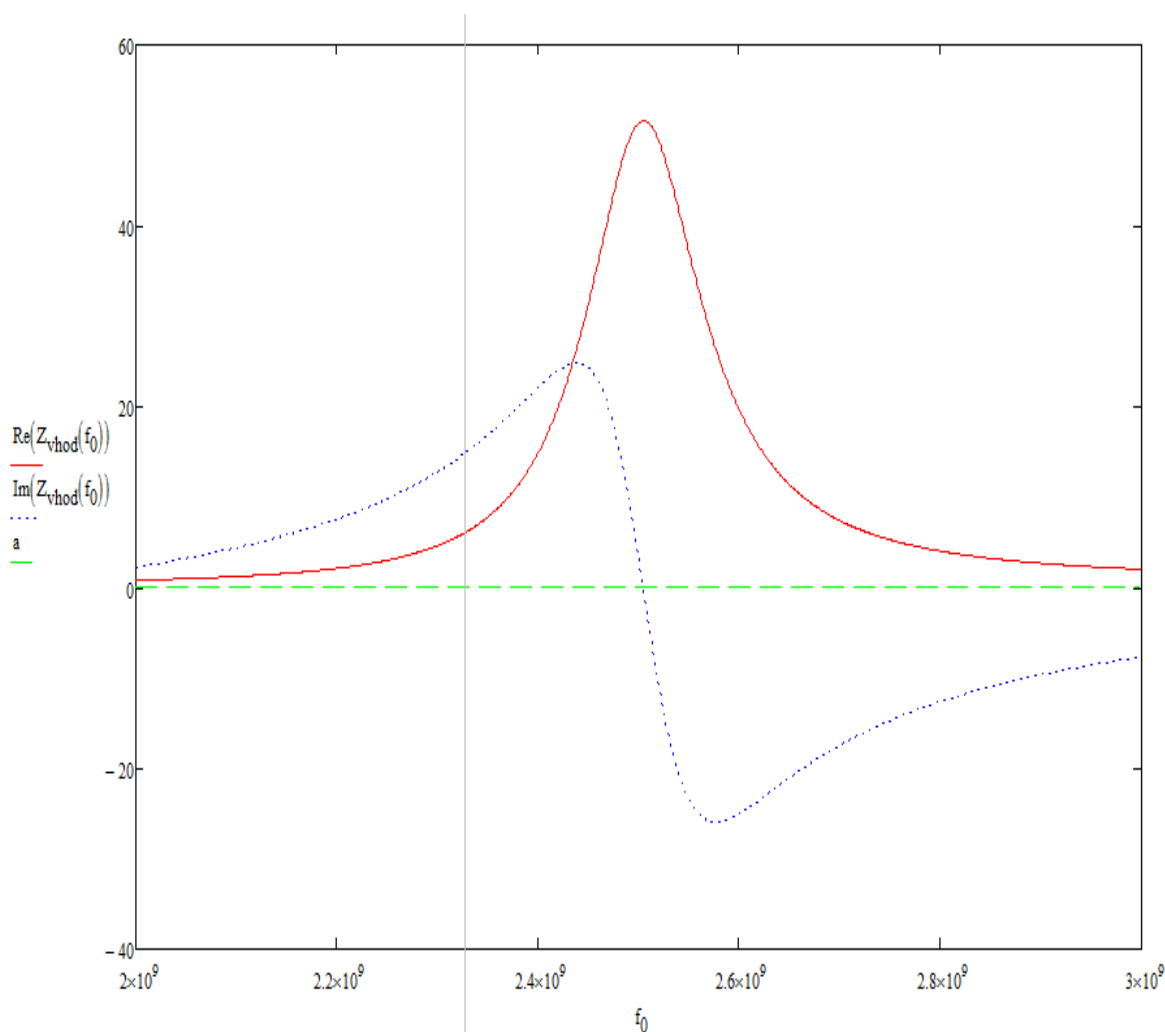
$$y_{mn} = \frac{b}{\pi} \cdot \arcsin \sqrt{\frac{W_l}{Z_{ex}^0}}, \text{ м.} \quad (2.18)$$

Біздің жағдайда $y_{тп} = 6,3$ мм.

Осы бөлімді орындау нәтижесінде МЖС болжам геометрикалық көрсеткіштері анықталды: $a=37$ мм, $b=38$ мм, $h=3,077$ мм, $y_{тп}=6,3$ мм. Сонымен қатар $\varepsilon_{эфф}=2,281$, $Z_B=17,009$ Ом, $Z_{bx}^0=105,58 + 98,836i$ Ом. табылды.

2.8.5 МЖС көрсеткіштерінің жиілікке тәуелділігін табу

МЖС кіріс кедергісінің жиілікке $Z_{bx}(f)$ тәуелділігін келесі бөлімдегі мәндер кезінде табамыз. Бұл үшін, жоғарыда келтірілген формулаларды қолданамыз. Нәтижесінде, 2.16 көрсетілген тәуелділікті аламыз.



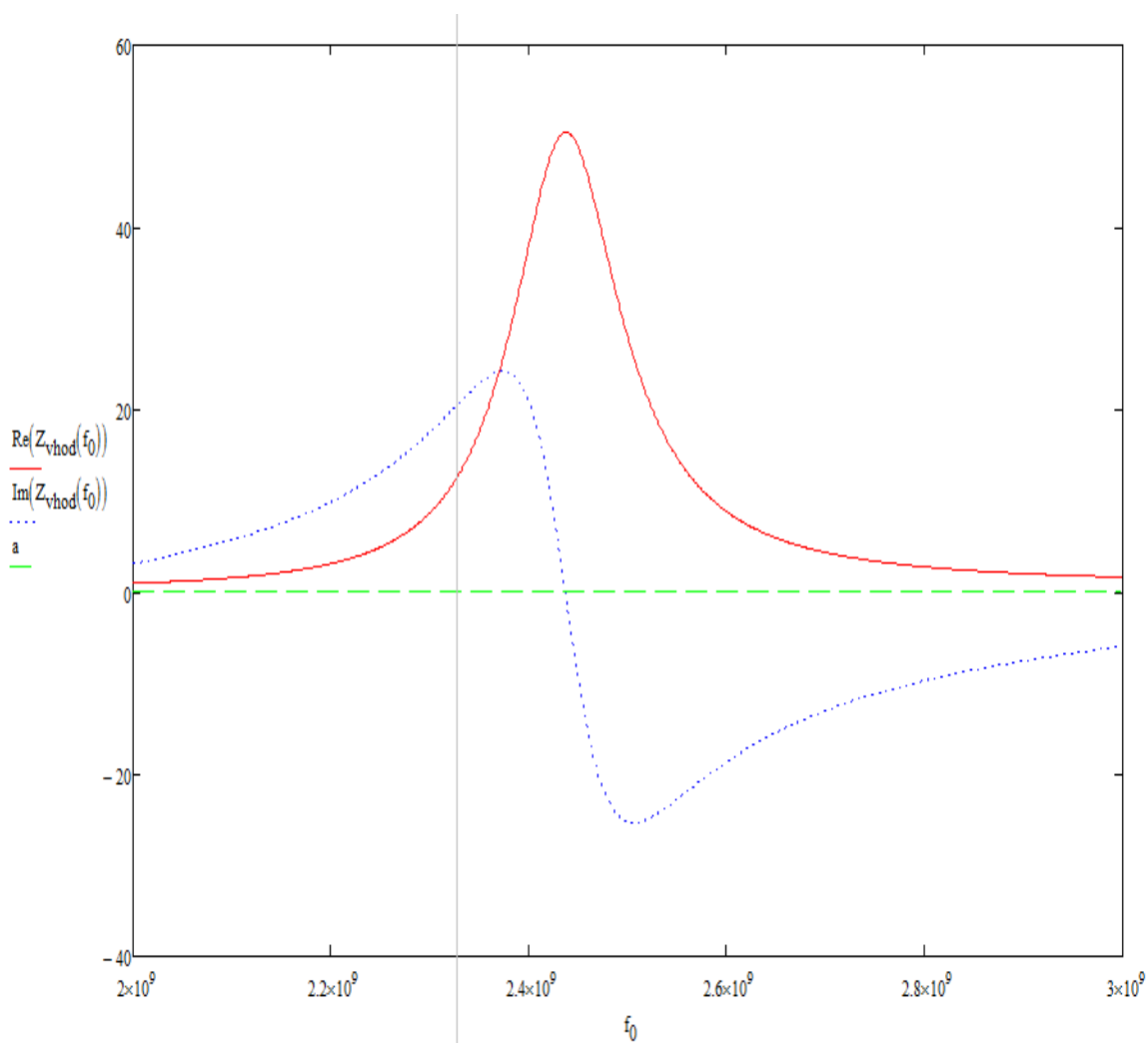
Сурет 2.16— МЖС кіріс кедергісінің жиіліктен тәуелділік кестесі

Жоғарыда келтірілген суреттен, резонанстық жиілікті табамыз. Бұл кіріс кедергінің реактивті бөлігі нөлге айналған кездегі жиілік. Кестеден, $f_0=2,514$ ГГц аламыз.

Бұл жиілік жұмыс диапазонының ($f_{cp}=2,437$ ГГц) орталық жиілігімен сәйкескелмейді, сондықтан, сәуле таратушының өлшемдерін түзету қажет. МЖС b өлшемін кіріс кедергісінің реактивті бөлігін нөлге теңестіру арқылы қамтамасыз етеді.

Қорек желіжолымен келістіру үшін МЖС кіріс кедергісінің ағымды бөлігін қорек желіжол кедергісімен теңестіру қажет. Бұл қорек орнын таңдау арқылы жүзеге асырылады. Мұнда $Z_{bx}^0=50$ Ом. МЖС өлшемдерін түзету бойынша барлық амалдарын орындау нәтижесінде келесіні алдық: $Z_{bx}^0=50,441-i0,173$ Ом при $b=39,09$ мм, $h=3,1$ мм и $y_{тп}=6,8$ мм.

Түзетуден кейін, МЖС кіріс кедергісінің жиіліктен тәуелділігі 2.17 суретте көрсетілген.



Сурет 2.17– Түзетуден кейінгі соңғы тәуелділік

2.8.6 Жиіліктің жұмыс диапазонын анықтау

Жиіліктің жұмыс жолағын анықтайық. Бұл үшін МЖС кірісіндегі шағылысу коэффициентінің тәуелділігін (2.19) формуласы бойынша анықтаймыз.

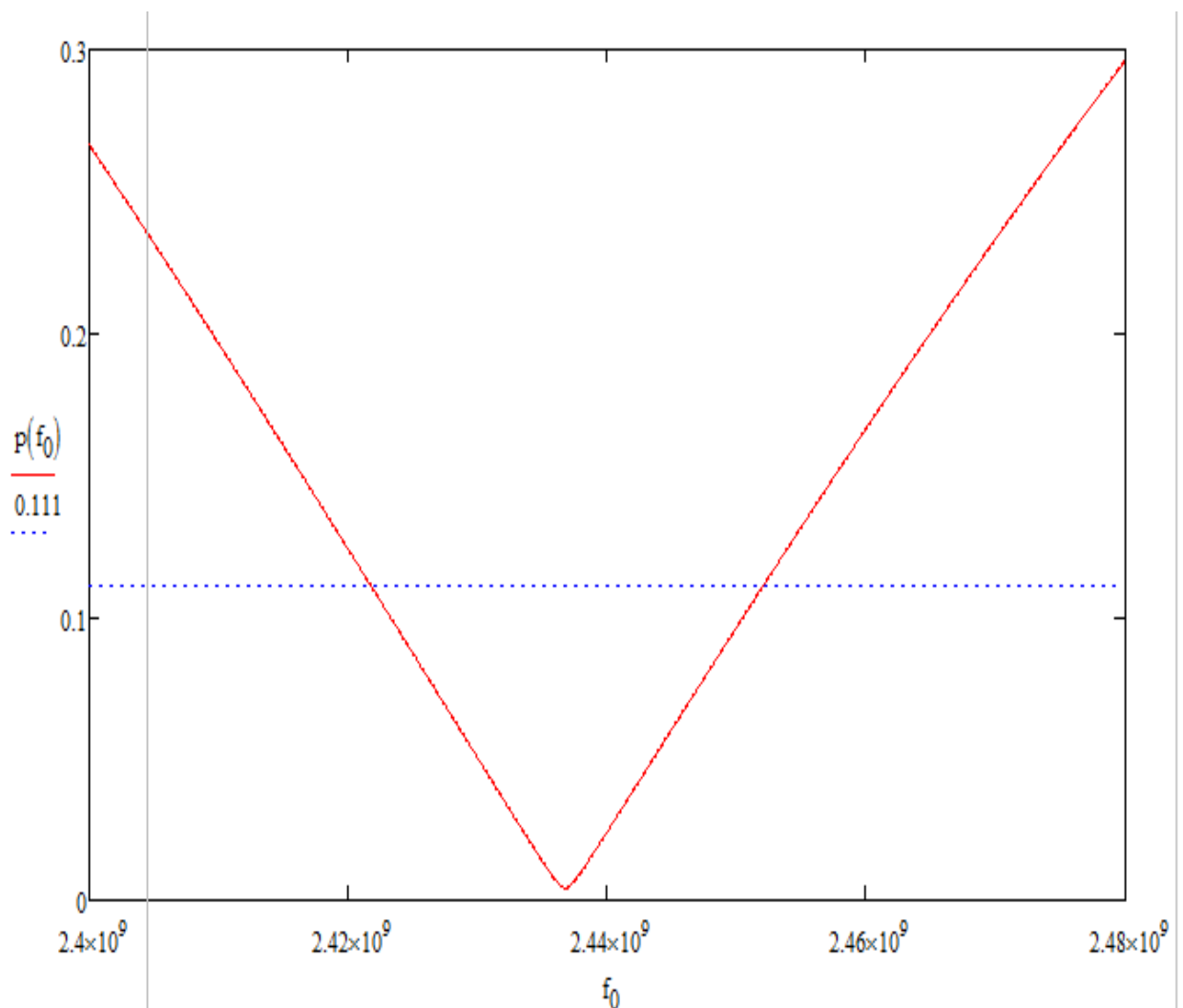
$$p(f) = \left| \frac{Z_{ex}(f) - W_l}{Z_{ex}(f) + W_l} \right|, \quad (2.19)$$

Бұл тәуелділік 2.18 суретте көрсетілген.

Жұмыс жиіліктерінің олағын анықтау үшін МЖС кірісіндегі рұқсат етілген шағылысу білу қажет. Оны (2.20) формуласымен анықтаймыз.

$$p_{доп} = \frac{1 - KBB_{доп}}{1 + KBB_{доп}}, \quad (2.20)$$

мұнда $KBB_{доп}=0,8$ – желіжолда қума толқынның рұқсат етілген коэффициенті.



Сурет 2.18 – МЖС кірісіндегі шағылысу коэффициентінің жиіліктен тәуелділік кестесі

Нәтижесінде $p_{доп}=0,111$. Оны 2.18 суретте белгілейік. Енді жұмыс жиіліктерінің жолағын МЖС кірісіндегі шағылысу коэффициентінің жиіліктен

тәуелділігі мен және рұқсат етілген шағылысу коэффициентінің желіжолмен қиылысу кестесімен анықтаймыз. Жиіліктің жұмыс жолағы суртке сәйкес 2,421 ГГц мен 2,452 ГГц аралығында, бұл жұмыс диапазонының орташа жиілігінің 1,27 % құрайды.

Нәтижесінде, біз сәуле таратушының геометрикалық көрсеткіштерін түзеттік. Көрсеткіштер 2.4 кестесінде келтірілген:

Кесте 2.4– МЖС көрсеткіштері

a, мм	b, мм	h, мм	y _{тп} , мм	Z _{вх} , Ом	Δf, ГГц
37	39,09	3,1	6,8	50,441-i0,173	2,421 - 2,452

2.8.7 Сәуле таратушының ПӘК және жоғалуларды анықтау

Сәуле таратушының ПӘК есептейміз. МЖС тиімділігін анықтаудың бірнеше белгілері бар. Бірінші – негізгі поляризация да ауқымды толқындарынан таралған қуат бойынша. Сонда ПӘК (2.21) формуласымен анықталады.

$$\eta_u = \frac{G_{1r}}{G}, \quad (2.21)$$

мұнда $G = G_{1r} + G_{1s} + G_{2r} + G_{2s} + G_{\sigma} + G_{\varepsilon}$ – жиынтық кіріс өткізгіштігі, См;

G_{1r} , G_{1s} – ауқымды және беттік электрмагниттік толқынның дөңбек тесіктері арқылы сәулелену өткізгіштігі, См;

G_{2r} , G_{2s} – бүйір тесік арқылы сәулелену өткізгіштігі, См;

G_{σ} – металлда жоғалулар өткізгіштігі, См;

G_{ε} – төсем диэлектригінде жылу жоғалуларының өткізгіштігі, См.

Берілген шамаларға сәуле таратушыға жіберілетін қуаттың шамасына тең қуат қосындысы сәйкес келеді. Екінші белгісі –ауқымды және беттік толқындармен сәулеленген қуат (2.22 формула)

$$\eta'_u = \frac{G - G_{\sigma} - G_{\varepsilon}}{G}, \quad (2.22)$$

Өткізгіштікті есептеу күрделірек, сондықтан, арнайы кестелер қолданылады. Бұл кестелер диэлектрлік өткізгіштік үшін $\varepsilon=2,3$ және $\varepsilon=5$ құрылған, ол таңдалған материалдың мәнімен сәйкес келмейді ($\varepsilon=2,5$), сондықтан кестедегі мәндерге желіжолдық интерполяризация жүргізіледі. Интерполяция бұл жағдайда (2.23) формуласы бойынша есептеулер жүргізіледі.

$$G_i(\varepsilon) = \left(1 - \frac{\varepsilon - \varepsilon_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}\right) \cdot G_i(\varepsilon_1) + \frac{\varepsilon - \varepsilon_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \cdot G_i(\varepsilon_2), \quad (2.23)$$

мұнда $G_i(\varepsilon_1)$ және $G_i(\varepsilon_2)$ – кестеден анықталатын өткізгіштер.

Соңғы ПЭК $\eta_u=0,764$, $\eta_u'=0,899$ құрайды.

дБ жоғалулар формулалар (2.24, 2.25) бойынша

$$L = 10 \cdot \lg\left(\frac{1}{\eta_u}\right), \text{ дБ} \quad (2.24)$$

$$L' = 10 \cdot \lg\left(\frac{1}{\eta_u'}\right), \text{ дБ} \quad (2.25)$$

$L=1,167$ дБ, $L'=0,46$ дБ аламыз.

2.8.8 Сәуле таратушының бағытының диаграммасын табу

МЖС бағытының сипаттамаларын есептеу. Тік бұрышты сәуле таратушы болған жағдайда, негізгі поляризация бойынша бағытталу сипаттамаларын әр тесік бойында амплитуданың бір қалыпты таралуымен екі синфазалы дөңбек тесіктерінен тұратын жүйе бағытталуының сипаттамалары ретінде қарастыруға болады. Мұндай әдіс инженерлік есептер үшін дәл. Негізгі поляризация бойынша бағытталу сипаттамалары (2.26) формулаға ие.

$$F_\theta(\theta, \varphi) = (L_x \cdot \cos \varphi + L_y \cdot \sin \varphi) \cdot \cos \theta, \quad (2.26)$$

мұнда L_x, L_y – кеңістікте антеннаның орналасуына тәуелді коэффициенттер;

φ, θ – кеңістіктегі бұрыштар, рад.

Сәуле таратушы XYZ координаталар жүйесінде 2. Суретте көрсетілгендей орналасқан. Мұнда, дөңбек тесіктер Ох осіне параллель орналасқан, онда L_x және L_y коэффициенттерін (2.27) және (2.28) формулаларымен табылады.

$$L_y = 1, \quad (2.27)$$

$$L_x = \cos(u) \cdot \frac{\sin v}{v}, \quad (2.28)$$

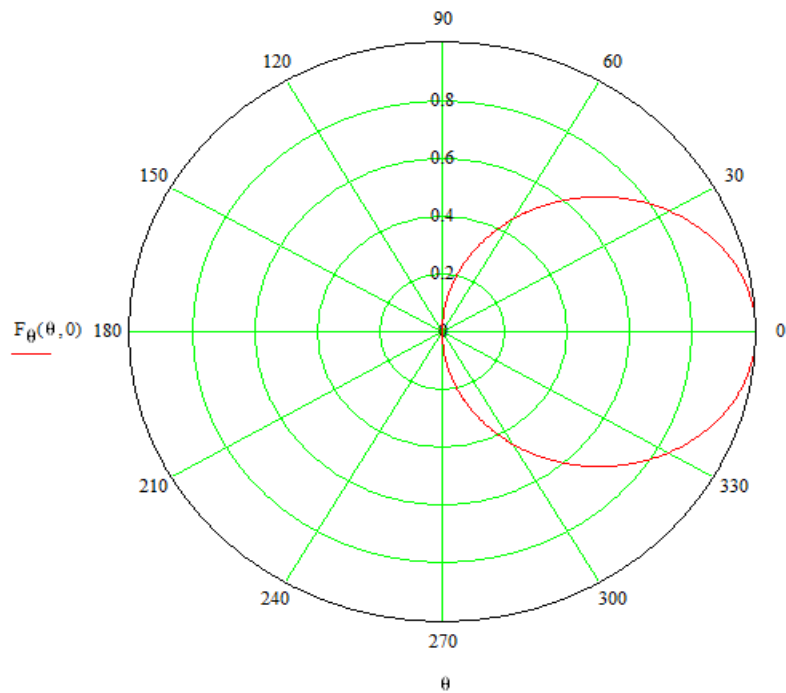
мұнда u, v – антенна көрсеткіштері мен жиіліктеріне тәуелді коэффициенттер (2.29 және 2.30)

$$u = \frac{k_0 \cdot b \cdot \sin \theta \cdot \sin \varphi}{2}, \quad (2.29)$$

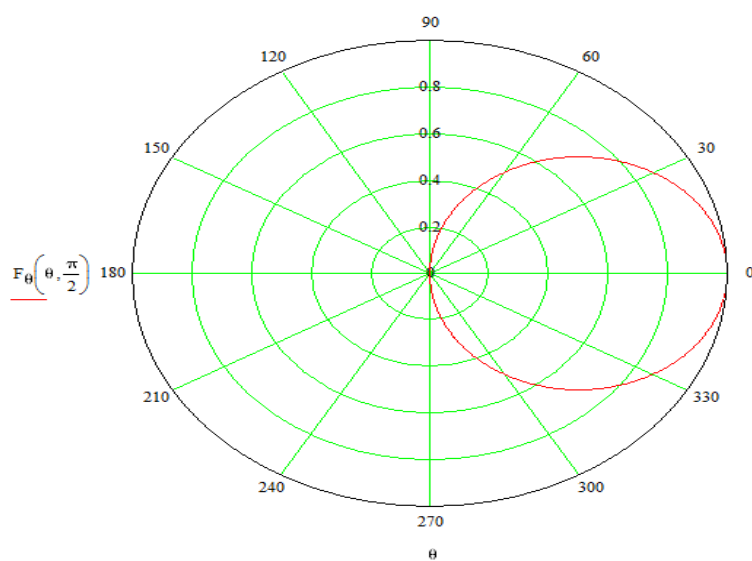
$$v = \frac{k_0 \cdot a \cdot \sin \theta \cdot \cos \varphi}{2}, \quad (2.30)$$

Н жазығында бағытталу диаграммасын (БД) есептейміз, $\varphi=0$, Н векторы Ох осіне параллель бағдарланған, φ бұрышы осы осьтен саналады. Орталық жиілікте БД 2.19 суртте ұсынылған.

Е жазығында БД есептейміз, $\varphi=\pi/2$, Е векторы Оу осінің бойымен бағытталған. Нәтижесі 2.20 суретте көрсетілген.



Сурет 2.19–Н жазығында негізгі полризация бойынша БД ($f=2,437$ ГГц)



Сурет 2.20–Е жазығында негізгі поляризация бойынша БД ($f=2,437$ ГГц)

2.8.9 Өлшемдер бойынша рұқсаттарды есептеу

Өндіріс кезінде антеннаның нақты өлшемдерінің есептеулерден айырмашылығы себебінен антеннаның сипаттамалары да әр түрлі. Бұл жағдайлардың әсер етуін есепке алу үшін өлшемдер бойынша рұқсаттарды есептеу қажет.

Себебі, МЖС жұмыс жиілігінің жолақтары орташа жиіліктің бірнеше пайызын ғана құрайды (біздің жағдайда 1,07 %), сондықтан, резонансты жиілікті анықтау маңызды болып табылады. Оны (2.31) және (2.32) формулаларымен анықтауға болады.

$$f = \frac{c}{2 \cdot (b + \Delta b) \cdot \sqrt{\varepsilon_{эфф}}}, \text{ ГГц} \quad (2.31)$$

$$\Delta b = 0,412 \cdot h \cdot \frac{\varepsilon_{эфф} + 0,3}{\varepsilon_{эфф} - 0,258} \cdot \frac{\frac{a}{h} + 0,264}{\frac{a}{h} + 0,8}, \text{ ГГц} \quad (2.32)$$

Бұл жағдайда резонанстық жиіліктің шын мәні 2,444 ГГц.

МЖС пластинасын дайындау дәлдігі өндіру тәсілімен анықталады, қазіргі технологияларды қолдану кезінде ол өте жоғары болуы мүмкін. Өнеркәсіптік өндірістітегі полиэтилен және полистиролдан жасалған диэлектрлік материалдар қалыңдығының салыстырмалы диэлектрлік өткізгіштігінің рұқсат етілген шамалары $\pm 1\%$ және $\pm 5\%$ құрайды.

Резонанстық жиілікті анықтауға арналған формула негізінде жиіліктің салыстырмалы девиациясын анықтауға арналан формуланы табамыз

$$\frac{|\Delta f_0|_{\max}}{f_0} = \left\{ \left(\frac{\Delta b}{b} \right)^2 + \left(\frac{0,5}{\varepsilon_{эфф}} \right)^2 \cdot \left[\left(\frac{\partial \varepsilon_{эфф}}{\partial a} \cdot \Delta a \right)^2 + \left(\frac{\partial \varepsilon_{эфф}}{\partial h} \cdot \Delta h \right)^2 + \left(\frac{\partial \varepsilon_{эфф}}{\partial \varepsilon} \cdot \Delta \varepsilon \right)^2 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (2.33)$$

мұнда $\Delta h = 0,05 \cdot h$, $\Delta \varepsilon = 0,1$ диэлектриктің берілген түрі үшін рұқсаттар. Мұнда а әсері аз болғандықтан есепке алыбайды.

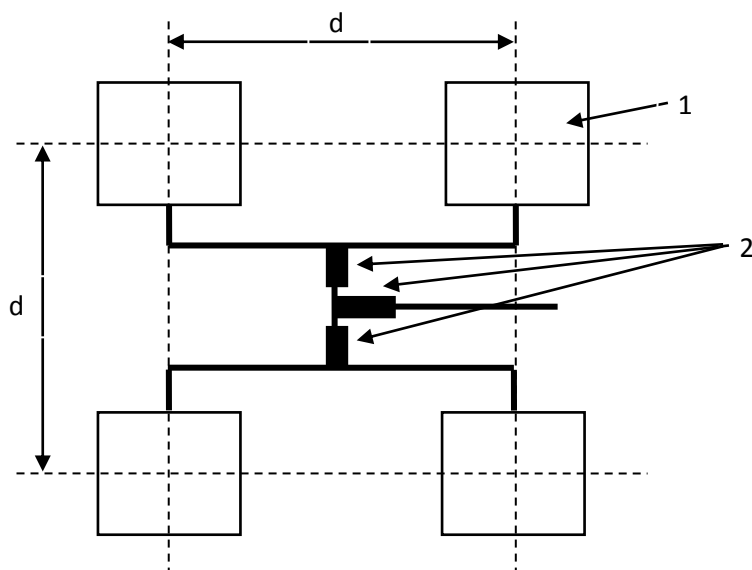
Мұнда салыстырмалы девиация мәні 0,0399.

МЖС жасау кезінде рұқсаттары $\Delta h = 0,05h$, $\Delta \varepsilon = 0,1$ болатын материалдар қолданған кезде нақты резонанстық жиілік 2,444 ГГц болады, нақты резонанстық жиілік мәнінің есептелген мәнінен 0,2% құрайды, яғни рұқсат мән. Жиіліктің салыстырмалы девиациясы 0,0399.

2.8.10 Антенналық тор көрсеткіштерін есептеу

Бұл жағдайда бірдей қашықтықта орналасқан сәуле таратушылармен жазық синфазалық тор қарастырылады. Тік бұрышты МЖС $N \times M$ элементтері бірдей (кескін 2.21 суретте).

Микрожолдық тордың қорек сұлбаларының 2 негізгі түрі бар – параллель және тізбек.



Сурет 2.21– Тор кескіні (элементі 2×2)

Тізбек сұлбаның жоғалулары көп, тар жолаққа ие және қажетті амплитудалық таратуды қамтамасыз ете алмайды, сондықтан, сирек қолданылады. Бірақ, мұнда тармактану орындарында жоғалулар көп. Жоғарыда айтылғандардың негізінде, қорек сұлбасы ретінде параллель сұлба таңдалады.

Қорек сұлбасын таңдаған соң сәуле таратушылардың фазалық орталықтарының арасындағы қашықтықтарды анықтайтын тор адымын көрсету қажет.

БД екінші максимумдарының пайда болуын болдырмас үшін $d < 0,9\lambda_0$ теңсіздігі орындалуы қажет. Мұнан басқа, сәуле таратушының бір-біріне өзара әрекетін азайту қажет, себебі, бұл әсер сәуле таратушылар көрсеткіштерін – кірістік кедергіні, резонанстық жиілікті өзгертеді. Антеннаның келісу және пайдалы әсер коэффициенті төмендейді. Ол үшін $d > 0,5\lambda_0$ таңдаймыз.

Жоғарыда айтылғандардың негізінде, берілген ережелерге сәйкес, қорек сұлбасының есебін жүргізейік. Осы ережелерге сәйкес, тор адымы $0,9\lambda_0 > d > 0,5\lambda_0$ шегінде болу қажет. Толқын ұзындығының мәнін қойсақ, d мәнін 61,55 мен 110,79 мм аралығында аламыз.

Осыдан, көлденең жазықта d_x тор адымын $0,89 \cdot \lambda_0$ немесе 109,6 мм деп алайық. БД бас күлтесінің енінің мәні берілген жазықта ($\Delta\theta_{0,5} < 50^\circ$) есепке алсақ, оны (2.34) формуласымен есептейміз, N сәуле таратушының қажетті шамасын анықтаймыз.

$$\Delta\theta_{0,5} \cong \frac{61^\circ \cdot \lambda_0}{N \cdot d}, \text{ град} \quad (2.34)$$

мұнда N – Ось бойымен элементтер (сәуле таратушылар) саны.

Оған жақын бүтін сан 2 болғандықтан, оны есептеу саны ретінде қабылдаймыз.

Тік жазықта d_y тор адымын $0,8 \cdot \lambda_0$ немесе 98,5 мм алайық. БД бас күлтесінің енінің мәні берілген жазықта ($\Delta\theta_{0,5}=9^\circ$) аламыз. (2.34) формуласы бойынша тік жазықта сәуле таратушының бүтін аламыз: $N_y=8$.

Жоғарыда айтылғандай, антенналық торды құрудың негізі ретінде 2.20 суретте көрсетілген 2×2 элементінің төменгі торұясын аламыз. Антенна элементтерінің қорегі теңамплитудалық синфазалы болу үшін, әр МЖС-тан қорек сұлбасының басына дейінгі қашықтық l_i (2.20 суретте нүкте сызықпен көрсетілген) бірдей болу қажет. Ені бірдей СЖЖ қорек желіжолы ретінде сұлбаны есептеу және дайындау қарапайымдылығын қамтамасыз етеді. Тарату орындарында қорек ЖЖ келісуді қамтамасыз ету қажет. Оны төрттолқынды трансформаторлар көмегімен қамтамасыз етуге болады.

2.8.11 Жолақтық желіжол көрсеткіштерін есептеу

АТ есептеудің келесі кезеңі қорек сұлбасын есептеу болып табылады. Бірінші, антенна қорегінің жолақ желіжолдарының көрсеткіштерін анықтайық. $Z_B=50$ Ом – қорек желіжолының толқындық кедергісі, диэлектр қабатының енін таңдап, жолақ енін анықтау қажет. Егер w қатысты еңдеу (2.10) формуласы бойынша алынған ені $w/h > 3,3$ шартына сәйкес келмейді. Осыған орай, толқындық кедергінің басқа формуласын таңдаймыз. $w/h > 1$ шарты үшін мына формуланы пайдаланамыз

$$Z_B = \frac{120\pi}{\sqrt{\varepsilon_{\text{эфф}}} \left(\frac{W}{h} + 1,393 + 0,667 \ln \left(h \frac{W}{h} + 1,444 \right) \right)}, \text{ Ом} \quad (2.35)$$

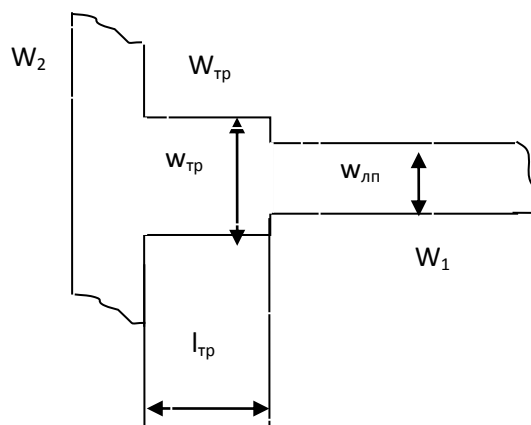
w теңдеуін шешіп $w_{\text{лп}}=8,24$ мм. анықтаймыз.

МЖС қорек желіжолының қорек сұлбасына дейінгі ұзындығын (2.36) формула бойынша табамыз

$$l_{\text{лп}} = \left[\left(\frac{b}{2} - y_{\text{лп}} \right) + \left(\frac{d_x}{2} - \frac{b}{2} \right) + d_x \right] + [3,5 \cdot d_y], \text{ мм} \quad (2.36)$$

Есептеу нәтижесінде – $l_{\text{лп}}=381,568$ мм.

Келесі төрттолқындық трансформатордың толқындық кедергісін табайық (сурет 2.22).



Сурет 2.22– Төрттолқындық трансформатор сұлбасы

(2.37) формуласын пайдаланайық

$$l_{тр} \cong \frac{\lambda_0}{4 \cdot \sqrt{\varepsilon_{эфф}}}, \text{ м} \quad (2.37)$$

$l_{тр}=20,38$ мм аламыз.

2.8.12 Қорек сұлбасының ПӘК табу

Қорек сұлбасының ПӘК табайық. Ұзындығы l_i желіжол ПӘК (2.38) формуласымен анықталады

$$\eta_i = \frac{P_{ил}}{P_{i0}} = e^{-2\alpha_i l_i}, \quad (2.38)$$

мұнда P_{i0} – i -шы желіжол кірісінде берілетін қуат;

$P_{ил}$ – желіжол шығысындағы қуат;

α_i – i -шы желіжолдың өшу коэффициенті.

2.23 суретте есептелетін антенналық тордың моделі келтірілен.

Барлық беру желіжолдар ұзындығының симметриялық параллель сұлбасы үшін бірдей, осылай қорек сұлбасының ПӘК есептеуге арналған формуланы (2.39) табамыз.

$$\eta_{лп} = e^{-2\alpha_{лп} l_{лп}}, \quad (2.39)$$

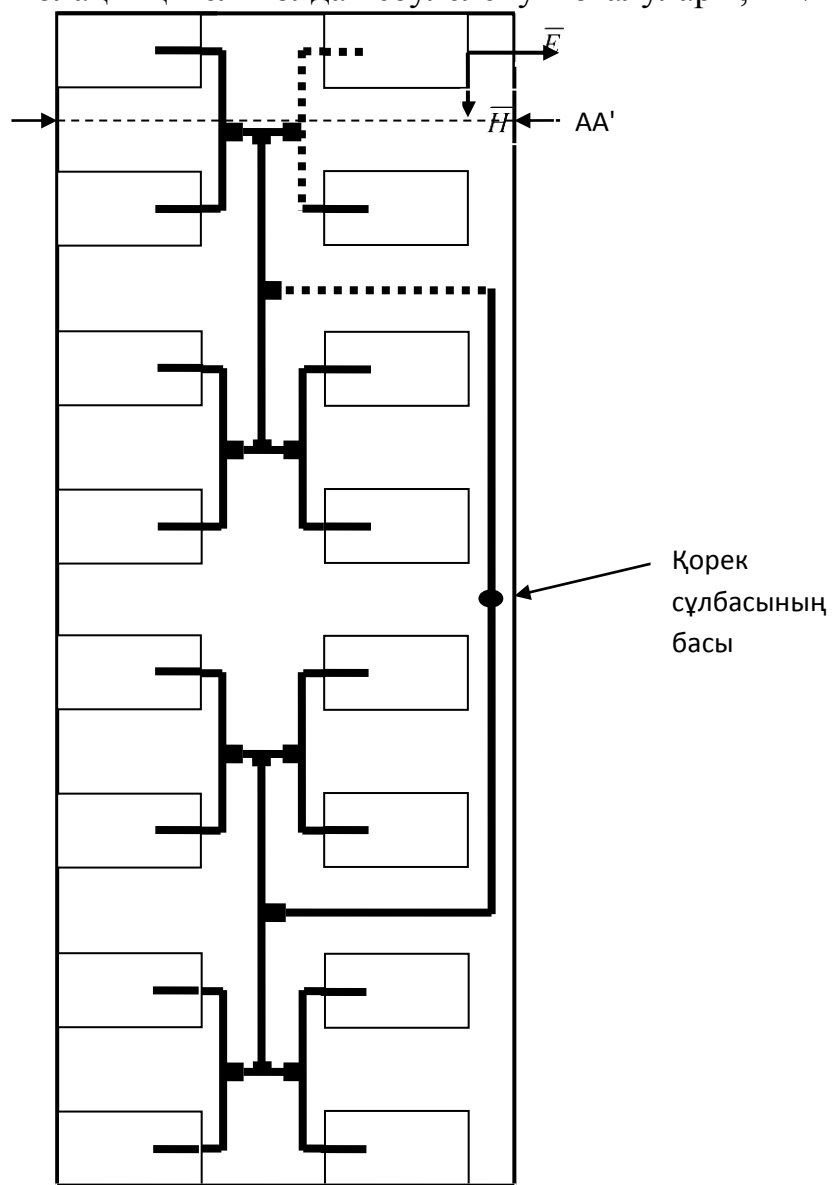
СЖЖ-да өшу коэффициенті (2.40) сома ретінде есептеледі.

$$\alpha_{лп} = \alpha_{\sigma} + \alpha_{\varepsilon} + \alpha_{\kappa}, \text{ Нп/м} \quad (2.40)$$

мұнда α_{σ} – өткізгіштегі жоғалулар, Нп/м (2.41);

α_{ε} – диэлектриктегі жоғалулар, Нп/м (2.42);

α_k – жолақтық желіжолдан сәулелену жоғалулары, Нп/м (2.43).



Сурет 2.23– Есептелетін антенналық тор моделі

$$\alpha_{\sigma} = \frac{0,045 \sqrt{\frac{\mu}{\lambda_0}}}{Z_{\sigma} \cdot w_m}, \quad (2.41)$$

$$\alpha_{\varepsilon} = \frac{\pi \sqrt{\varepsilon} \operatorname{tg} \delta}{\lambda_0}, \quad (2.42)$$

$$\alpha_k = \frac{36,8 \cdot \left(\frac{\pi \cdot h}{\lambda_0} \right)^2}{Z_d}, \quad (2.43)$$

Есептеулер нәтижесінде келесіні аламыз $\alpha_{\text{лп}}=0,029$ Нп/м. Енді (40) формуласы бойынша қорек сұлбасының ПӘК анықтамыз: $\eta_{\text{лп}}=0,984$ (98,4 %).

Антенналық тордың келесі құрылымдық өлшемдерін аламыз: $d_x=0,89\lambda_0=109,6$ мм, $d_y=0,8\lambda_0=98,5$ мм, $N_x=2$, $N_y=8$. Қорек жүйесі келесі көрсеткіштерге ие: $w_{\text{лп}}=0,06\lambda_0=8,24$ мм, $W_{\text{тр}}=35,36$ Ом, $w_{\text{тр}}=13,89$ мм, $l_{\text{тр}}=20,38$ мм, $\eta_{\text{лп}}=98,4$ %.

Антенналық тордың ПӘК-ін (2.44) формуласымен табамыз

$$\eta = \eta_u' \cdot \eta_{\text{лп}} \cdot \eta_p, \quad (2.44)$$

мұнда η_p – антеннаның жолақтық желіжолмен келіспеушілігінен болған жоғалуларды есепке алғандағы ПӘК (берілген шағылысу коэффициенті бойынша 0,988-ге тең).

Қалған шамалар жоғарыда алынған, сондықтан $\eta=0,869$ аламыз.

2.8.13 Антенналық тордың БӘК есептеу

Бағытталған әрекет коэффициенті (2.45) формуласы бойынша табылады

$$D = \frac{2 \cdot L}{\lambda_0}, \quad (2.45)$$

мұнда L – тордың ұзындығы, м.

Тік сызық бойымен БӘК-ті табайық: $L=(N_y-1) \cdot d_y=5,6\lambda_0=689$ мм.

Осыдан $D=11,2$ аламыз.

Көлденең бойынша БӘК, сәйкесінше, 1.78.

Жалпы БӘК 19,936 құрады.

2.8.14 Антеннаны күшейту коэффициентін есептеу және бағытталу диаграммасын табу

Күшейту коэффициентін (2.46) формуласымен табамыз.

$$G = \eta \cdot D, \quad (2.46)$$

Нәтижесінде – $G=17,33$ шықты.

Антенналық тордың бағытталу диаграммасы тор көбейткішіне көбейтілген жеке сәуле таратушының бағытталу диаграммасын бейнелейді. Бұл (2.47) формуласында көрсетілген.

$$F_a(\theta, \varphi) = F(\theta, \varphi) \cdot F_c(\theta), \quad (2.47)$$

мұнда $F(\theta, \varphi)$ – сәуле таратушының бағытталу диаграммасы (жоғарыда табылған);

$F_c(\theta, \varphi)$ – антенналық тордың көбейткіші.

Тор көбейткіші (2.48) формуласымен анықталады.

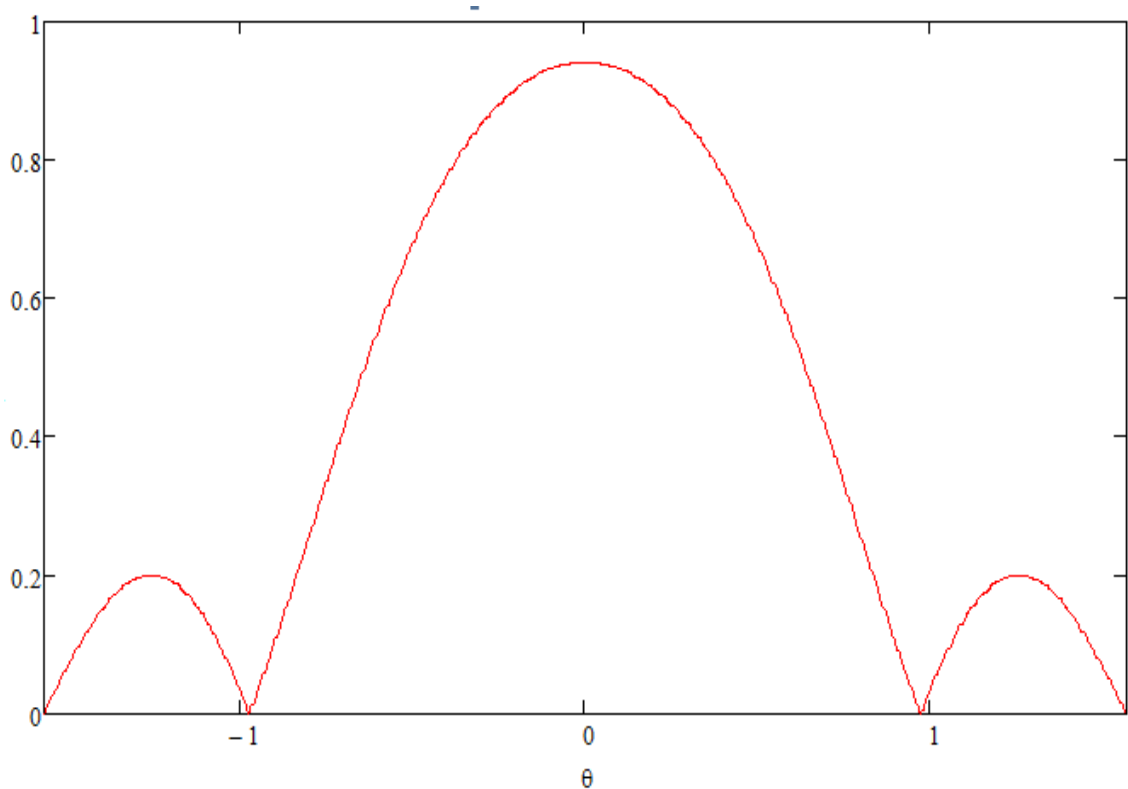
$$F_c(\theta) = \left| \frac{\sin(0.5 \cdot N \cdot (k \cdot d \cdot \cos \vartheta - \psi))}{N \cdot \sin(0.5 \cdot (k \cdot d \cdot \cos \vartheta - \psi))} \right|, \quad (2.48)$$

мұнда ψ – фазаның жылжуы (синфазалы қорек себебінен нөлге тең).

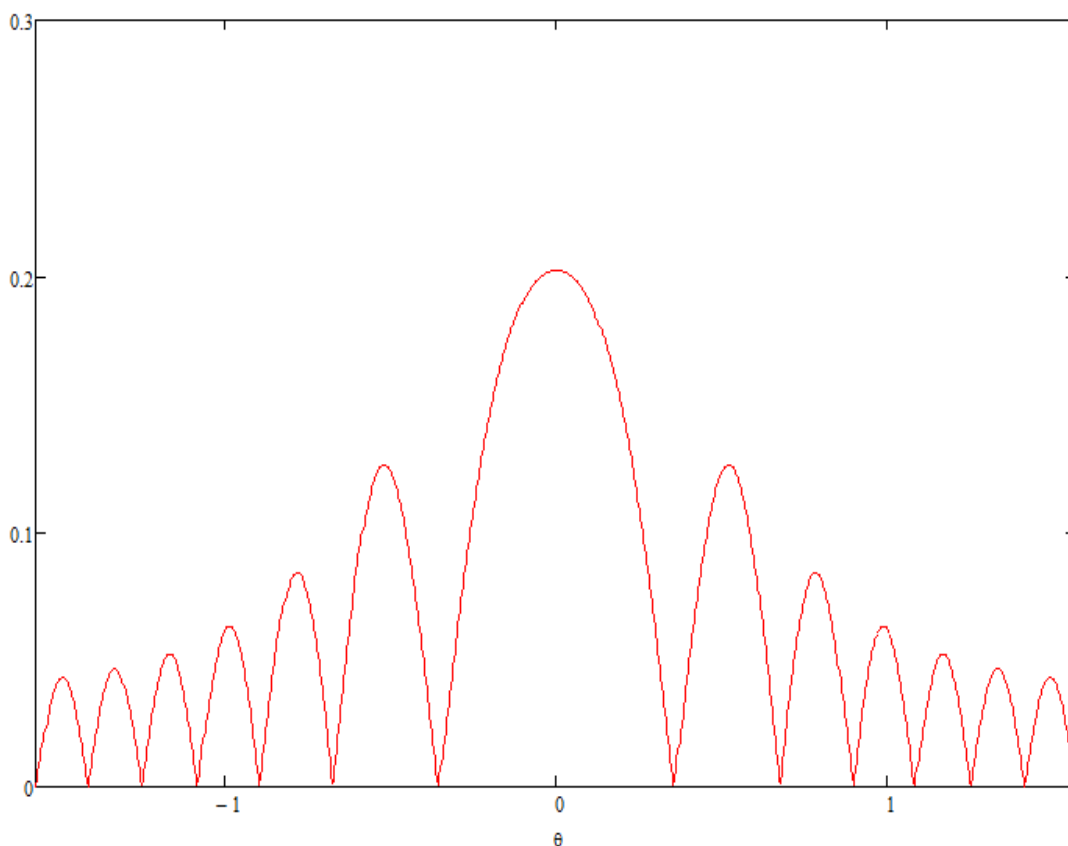
БД табу үшін (2.47) формуласына сәуле таратушының БД мәнін және АР көбейткішінің мәнін қоямыз, ал, көбейткішті табу үшін - (2.48) формуласына N және d мәндерін сәйкес жазықтыққа қоямыз. Е векторы көлденең бағытталған.

Сәйкесінше, $N=2$, $d_x=109,5$ мм, 2.24 суретінде көрсетілген диаграмманы аламыз.

N жазықтығында антенна БД есептеу кезінде N және d мәндерін тік жазықтыққа ауыстыру қажет, себебі N векторы тігінен бағытталған. Тиісті БД 2.24 суретте көрсетілген.



Сурет 2.24 – АТ БД көлденең жазықтықта



Сурет 2.25 – Тік жазықтықта АТ БД

Микрожолалық антенналық тор келесі көрсеткіштерге ие: $\eta=86,9\%$, КНД – $D=19,936$, күшейту коэффициенті $G=17,33$.

2.8.15 Өндірістік қателердің микрожолалық антенна сипаттамаларына әсерін зерттеу

Сымсыз байланыс біздің өмірімізде маңызды рөл атқарады. Олар кабельдік инфрақұрылымды қымбат және қымбат тұратын инфрақұрылымнан құтылуға, кабельдер мен басқа бағыттаушы жүйелерді жасау мүмкін емес немесе мүмкін емес жерде байланыс арналарын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Бүгінде Wi-Fi, екінші, үшінші, төртінші және ұялы байланыс желілерін бесінші буын, спутниктік байланыс желілері, радиоарналар сияқты сымсыз қатынау технологиясының қарқынды даму кезеңінде телекоммуникацияда өте маңызды рөл атқарады. Абоненттердің желілерге қол жеткізуімен қатар, сымсыз арналар радиорелейлік және спутниктік байланыс арқылы магистральдық арналардың рөлін ойнайды, олар теле- және радио хабарларын тарату үшін қолданылады және бірқатар маңызды функцияларды орындайды.

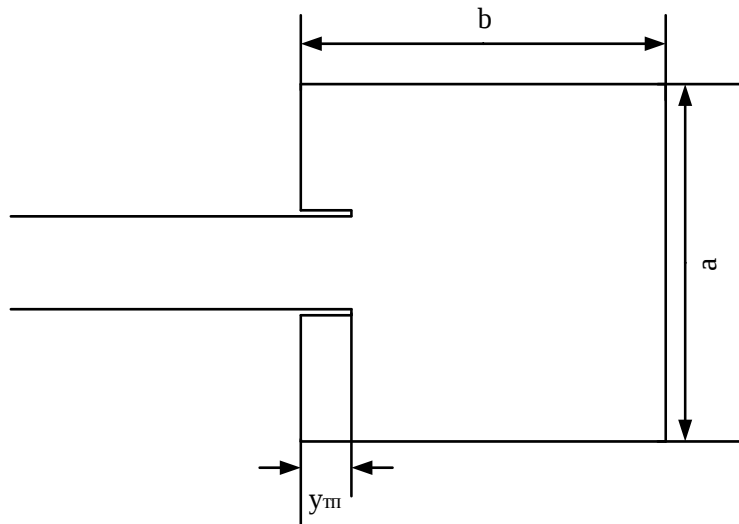
Сымсыз байланыста антенна-фидер құрылғыларының өте маңызды. Антенналар - кеңістікте таралатын, және керісінше, ғарыштан электромагниттік толқындарды қабылдайтын және қабылдағышқа беретін электромагниттік тербелістерді түрлендіру құрылғылары. Антеннаның бағыттау сипаттарының ақасында электромагниттік толқын энергиясын, қуат тең берілген жағдайда

беру және қабылдау қашықтығын ұлғайтады, басқа қабылдау және беру құрылғылармен электромагниттік сәйкестігін жақсарттады. Жиілік диапазонын, бағытталуын, габариттік өлшемдерін сипаттайтын антенналардың түрі көп.

Микрожолалық антенналар антенналардың қазіргі заманғы түрлерінің бірі болып табылады. Бұл сәуле таратушы ретінде пайдаланылатын микрожолалық желісінің бір бөлігі. Аталған антенналардың ерекшеліктері олардың кішігірім өлшемі, жасау технологиясы, тар диапазоны, арзан құны. Микрожолалық антенналары аэроғарыштық техникада кеңінен қолданылады және сымсыз деректер берудің кейбір стандарттарының сигналдарын күшейту үшін антенналар ретінде қолданылады (мысалы, Wi-Fi). Антеннаның бұл түрі жоғары жиілікті диапазондарда пайдаланылады.

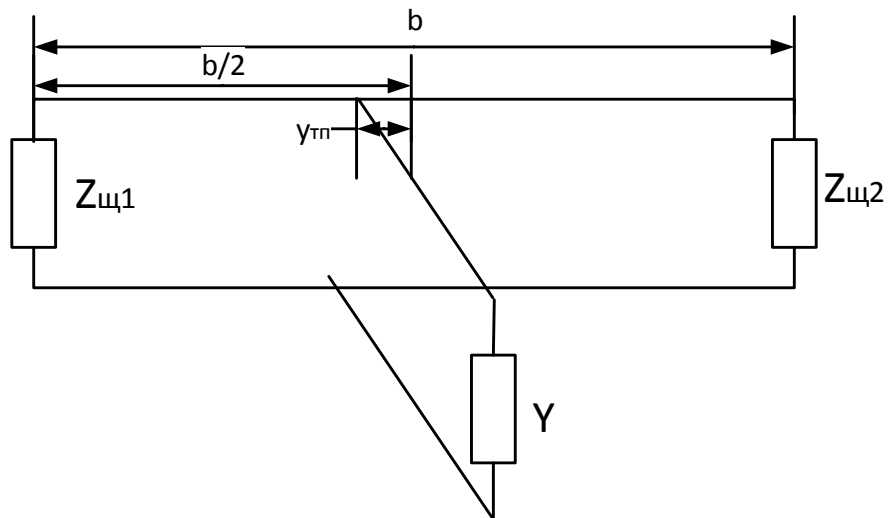
Антеннаның маңызды сипаттамасы - оны электр желісімен теңестіру дәрежесі. Антеннаның желіжолмен сәйкес келмеуі көрсетілген толқындардың энергиясын арттыруға және антеннаның тиімділігін төмендетуге әкеледі. Антеннаны сәйкестендіру үшін оның жалпы өлшемдері кіріс кедергісі белсенді компоненті сызықтық импедансқа тең етіп таңдалады және реактивті компонент нөлге тең болады (немесе жақын). Жаппай өндіріс үрдісінде антенналарды өндірудегі қателіктер бар. Сәуле таратушылардың кішкене мөлшеріне және толқындар сәулелену ерекшеліктеріне байланысты ЖЖ диапазонында тіпті қолайсыз ауытқуларға алып келуі мүмкін. Осы себепті антеннаның жоғары дәлдігін қамтамасыз ету қажет. Дегенмен, жоғары дәлдіктегі өндіріс қымбатқа түседі, сондықтан берілген тапсырмаларға сәйкес дәлдік көрсеткіштерін таңдау қажет.

Тік бұрышты микрожолалық сәуле таратушыны қарастырайық (2.25 сурет). Егер b ұзындығы 39,09 мм болса, a ені 37 мм, қорек орнының сәуле таратушыдан жылжуы $u_{\text{тп}}$ 6,8 мм құрайды. Төсем қалыңдығы h 3,1 мм болады, материал – САМ-ЭД, салыстырмалы диэлектрлік өткізгіштігі $\epsilon=2,5\pm0,1$, диэлектрлік жоғалту тангенс шамасы $\delta=6\times10^{-4}$. Бұл сәуле таратушы желіжолмен 50 Ом кедергіде теңестіріліп құрылған, ол қолданыстағы беру желіжолдарының стандарты болып табылады. Сәуле таратушылардың кіріс кедергісі осы өлшемдермен 2438 МГц жиілікте 50,441-0,173i Ом. Берілген жиілік IEEE 802.11 n стандартының 6 жиіліктік радиоинтерфейс арнасының ортасына сәйкеселеді [67].



Сурет 2.26 – Микрожолалық сәуле таратушы

Сәуле таратушының кіріс кедергісін анықтау үшін сәуле тарататын элементтің баламалы тізбегін қарастырады. Осы сұлбаға сәйкес, тікбұрышты сәуле таратушы екі сымды желінің сегменті болып табылады, ол дөңбек тесіктердің өткізгіштігіне жүктеледі (сурет 2.27) [68].



Сурет 2.27 – Баламалы схема

Өткізгіштік деректері кешенді болып табылады. Қозатын жолақ желіжол параллель реактивті кедергі мен мінсіз трансформатор ретінде бейнеленген. Берілген трансформатордың айналу коэффициенті бірлікке тең болады, параллель реактивті кедергі нөлге тең болады. Сонда кіріс кедергі келесі мәнге тең

$$Z_{BX} = R_{BX} + iX_{BX} = \frac{Z_1 * Z_2}{Z_1 + Z_2}, \text{ Ом} \quad (2.49)$$

мұнда Z_1 – екі сымды желі ұзындығының кіріс кедергісі;

$b/2 - y_{\text{тп}}$, дөңбек тесік кедергісіне жүктелген

$Z_{\text{щ1}}$, Ом (2);

Z_2 – екі сымды желі ұзындығының баламалы кіріс кедергісі, ұзындығы $b/2 + y_{\text{тп}}$, дөңбек тесік кедергісіне жүктелген $Z_{\text{щ2}}$, Ом (3).

Сәйкес кедергілер (2.50) және (2.51)

$$Z_1 = Z_{\text{волн}} \frac{Z_{\text{щ1}} + iZ_{\text{волн}} * tg(\beta(\frac{b}{2} - y_{\text{тп}}))}{Z_{\text{волн}} + iZ_{\text{щ1}} * tg(\beta(\frac{b}{2} - y_{\text{тп}}))}, \text{ Ом} \quad (2.50)$$

мұнда $Z_{\text{волн}}$ – жолақтық желіжолдың жоғалтуларды есепке алағандағы толқындық кедергісі,

Ом;

β – квази-Т толқынын тарату тұрақтысы, м^{-1} ;

$y_{\text{тп}}$ – қорек орының ортасына қарай ауыстыру, м;

$Z_{\text{щ1}}$ – бірінші дөңбек тесік кедергісі, Ом.

$$Z_2 = Z_{\text{волн}} \frac{Z_{\text{щ2}} + iZ_{\text{волн}} * tg(\beta(\frac{b}{2} + y_{\text{тп}}))}{Z_{\text{волн}} + iZ_{\text{щ2}} * tg(\beta(\frac{b}{2} + y_{\text{тп}}))}, \text{ Ом} \quad (2.51)$$

где $Z_{\text{щ2}}$ – екінші дөңбек тесік кедергісі, Ом.

квази-Т толқынын тарату тұрақтысы (2.52) сәйкес табылады

$$\beta = k_0 * \sqrt{\varepsilon_{\text{эфф}}}, \text{ Ом} \quad (2.52)$$

мұнда k_0 – толқындық шама;

$\varepsilon_{\text{эфф}}$ – ортаның тиімді диэлектрлік өткізгіштігі.

Бұл шамаларды (2.53) және (2.54) формулаларынан табамыз[69]

$$k_0 = \frac{2\pi}{\lambda_0} \text{ м}^{-1} \quad (2.53)$$

мұнда λ_0 – толқын ұзындығы.

$$\varepsilon_{\text{эфф}} = \frac{\varepsilon + 1}{2} + (\varepsilon - 1) \frac{(1 + \frac{12h}{a})^{-\frac{1}{2}}}{2}, \quad (2.54)$$

мұнда h – диэлектрик қалыңдығы;

ε – диэлектрик материалының диэлектрлік тігіштігі.

Толқын кедергісін (2.55) формуласынан табамыз

$$Z_{\text{волн}} = \frac{60\pi}{\sqrt{\varepsilon}} \left(\frac{a}{2h} + 0,44 + \frac{0,082(\varepsilon - 1)}{\varepsilon^2} + \frac{\varepsilon + 1}{\varepsilon} \left(0,231 + 0,159 \left(\frac{a}{2h} + 0,94 \right) \right) \right)^{-1}, \quad (2.55)$$

Тесіктер кедергісін олардың өткізгіштігінен тамыз. Тесіктер өткізгіштігін (2.56) формуласын сәйкес есептейміз.

$$G_{\text{щ}} = \frac{\pi a}{\lambda_0} \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}} (1 + i * \lg(1 - 0,276k_0 * h)) , \text{См} \quad (2.56)$$

мұнда ε_0 , μ_0 – абсолюттік диэлектрлік және магниттік өткізгіштік ($\varepsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м, $\mu_0=4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м).

Бұл жағдайда кедергі (2.57) тең

$$Z_{\text{щ}} = \frac{1}{G_{\text{щ}}}, \text{Ом} \quad (2.57)$$

Жоғарыда келтірілген формулаларды пайдалана отырып, микрожолалық антеннаның кіріс кедергісін есептеуге болады. Осы мәннен антеннаны беру желісімен үйлесімділігі және оның тиімділігі тәуелді. Сәйкестік дәрежесі шағылысу коэффициентінен анықталуы мүмкін, яғни ол аз болса, соғұрлым жақсы болады. p шағылысу коэффициенті қозғалыс толқын коэффициентіне (ҚТК) байланысты (2.58)

$$p = \frac{1-K_{\text{БВ}}}{1+K_{\text{БВ}}} \text{Ом} \quad (2.58)$$

Біз рұқсат етілетін шаманы p 0,1 ретінде қабылдаймыз. Бұл ҚТК-ге сәйкес 0,818 болады, ол кең ауқымды тапсырмалар үшін қолайлы. p шамасы антеннаның кіріс кедергісі және толын кедергісі бойынша анықталады

$$p = \left| \frac{Z_{\text{ВХ}} - Z_{\text{Л}}}{Z_{\text{ВХ}} + Z_{\text{Л}}} \right| \quad (2.59)$$

Қате әсері Монте-Карло әдісімен есептеледі.

Әдістің мәні, кездейсоқ айнымалы іске асырудың үлкен көлемін алу болып табылады, ол мәселеде нақты кездейсоқ айнымалы ретінде қалыптасады.

Көптеген іске асыруларды алғаннан кейін, кездейсоқ айнымалы үрдістің бүкіл үрдіске қалай әсер ететіні туралы қорытынды жасауға болады.

Біз кездейсоқ айнымалы антеннаның ұзындығын қабылдаймыз, ол b . Қателік 1% деңгейінде орнатылды. Қалыпты заңға сәйкес 39.09 мм математикалық күту және қатенің абсолюттік шамасының 1/3 тең стандартты ауытқуы бар кездейсоқ айнымалы ретінде қабылдайық. Мұндай шама қалыпты бөлінген кездейсоқ айнымалы мәндердің ауытқуының 99,6 пайызы математикалық күтуден үш стандартты ауытқу (үш сигма ережесі) аралығына түседі.

Сондықтан, егер b мәні осындай түбір-орташа-квадраттық ауытқуларға ие болса, онда өндірілген антеннаның үлкен бөлігі қателеге сәйкес келеді. Модельдеу математикалық алгебра MathCAD ортасында орындалады. Кездейсоқ айнымалы мәнді анықтау үшін, біз $\text{norm}(n, A, \sigma)$ функциясын

пайдаланамыз, онда n - кездейсоқ айнымалы мәндердің саны, A - математикалық күту және σ - стандартты ауытқу. Бұл функция көрсетілген көрсеткіштерге сәйкес әдетте бөлінген мәндері бар баған матрицасын көрсетеді. MathCAD ішіндегі есептеу терезесі 2.28 суретте көрсетілген [70].

$$\begin{aligned} \epsilon_0 &:= 2.437 \cdot 10^9 & \epsilon_{\omega} &:= 2.5 & \epsilon_0 &:= 8.85 \cdot 10^{-12} & \mu_0 &:= 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} & \sigma &:= \frac{39.09 \cdot 10^{-5}}{3} \\ \lambda_0 &:= \frac{3 \cdot 10^8}{\epsilon_0} & y_{tp} &:= 0.0068 \\ a &:= 37 \cdot 10^{-3} & h &:= 3.1 \cdot 10^{-3} & b &:= \text{mom}(1000, 0.03909, \sigma) & n &:= 0, 1 \dots 999 \\ \epsilon_{\text{eff}} &:= \frac{\epsilon + 1}{2} + (\epsilon - 1) \cdot \frac{\left(1 + \frac{12 \cdot h}{a}\right)^{-\frac{1}{2}}}{2} \\ Z_{\text{voln}} &:= \frac{60\pi}{\sqrt{\epsilon}} \left[\frac{a}{2h} + 0.44 + \frac{0.082 \cdot (\epsilon - 1)}{\epsilon^2} + \frac{\epsilon + 1}{\epsilon} \left[0.231 + 0.159 \cdot \left(\frac{a}{2h} + 0.94 \right) \right] \right]^{-1} \\ k_0 &:= \frac{2\pi}{\lambda_0} \\ \beta &:= k_0 \sqrt{\epsilon_{\text{eff}}} \\ G_a &:= \frac{\pi \cdot a}{\lambda_0} \cdot \frac{\sqrt{\epsilon_0}}{\sqrt{\mu_0}} & G_r &:= \frac{\pi \cdot a}{\lambda_0} \cdot \frac{\sqrt{\epsilon_0}}{\sqrt{\mu_0}} \cdot (1 - 0.276 \cdot \ln(k_0 \cdot h)) \\ Z_{\text{scheli}} &:= \frac{1}{G_a + i \cdot G_r} \\ Z_1 &:= Z_{\text{voln}} \cdot \frac{Z_{\text{scheli}} + i \cdot Z_{\text{voln}} \cdot \tan\left[\beta \cdot \left(\frac{b_n}{2} - y_{tp}\right)\right]}{Z_{\text{voln}} + i \cdot Z_{\text{scheli}} \cdot \tan\left[\beta \cdot \left(\frac{b_n}{2} - y_{tp}\right)\right]} & Z_2 &:= Z_{\text{voln}} \cdot \frac{Z_{\text{scheli}} + i \cdot Z_{\text{voln}} \cdot \tan\left[\beta \cdot \left(\frac{b_n}{2} + y_{tp}\right)\right]}{Z_{\text{voln}} + i \cdot Z_{\text{scheli}} \cdot \tan\left[\beta \cdot \left(\frac{b_n}{2} + y_{tp}\right)\right]} \\ Z_{\text{vhod}_n} &:= \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2} & + & \\ p_n &:= \left| \frac{Z_{\text{vhod}_n} - 50}{Z_{\text{vhod}_n} + 50} \right| \end{aligned}$$

	0
0	0.035
1	0.031
2	0.019
3	0.025
4	0.017
5	0.02
6	0.015

	0
913	0.096
914	0.096
915	0.097
916	0.097
917	0.097
918	0.097

Сурет 2.28 –MathCAD-та есептеулер терезесі

Нәтижесінде b матрицалық бағаны b 1000 мәндерімен және матрицалық бағаннан p тиісті матрицаның b мәндеріне арналған шағылысу коэффициентінің мәндерімен аламыз. b кездейсоқ айнымалы мәннің 1000, 10000 және 100000 мәндері үшін 5 эксперимент жасайық. Csort командасымен сұрыптағаннан кейін біз алғашқы эксперименттегі 1000 мәндердің 74-ін алдыңғы шегіне қарағанда жоғары, екіншісінде 79, үшіншіде-82, төртінші-65-де, бесінші-83-де жоғары екенін көріп отырмыз. Бұл деректерді, сондай-ақ 10-кесте бойынша 10,000 және 100,000 мәндер деректерді 2.3 кестесіне жинаймыз.

Кесте 2.5– Сынақ нәтижелері

Деректер	1 сынақ	2 сынақ	3 сынақ	4 сынақ	5 сынақ
1000	74	79	82	65	83
10000	784	849	836	799	817
100000	8025	7989	8014	8098	7969

Алынған деректердің статистикалық өңдеуін орындаймыз. Нәтижелерді 2.6 кестеге жинаймыз.

Кесте 2.6 –1% қате үшін статикалық өңдеу нәтижелері

Таңдау өлшемі	Математикалық күту	Ақау пайызы, %	Абсолюттік орташа квадраттық ауытқу	Салыстырмалы орташа квадраттық ауытқу
1000	76,6	7,66	6,591	0,086
10000	817	8,17	23,656	0,029
100000	8019	8,019	44,05	0,0055

Стандартты ауытқудың кішкене мәнімен көрсетілгендей, ең соңғы мән дәл болып табылады. Осылайша, біз ауытқудың 8 пайызын өндіріс қателігімен 1 пайызға жеткіземіз. Осындай тәжірибемен 0,5% қателекке тәжірибе жасаймыз. Алынған мәліметтер 2.7 кестеде келтірілген.

Кесте 2.7 – 0,5% қате үшін статикалық өңдеу нәтижелері

Таңдау өлшемі	Математикалық күту	Ақау пайызы, %	Абсолюттік орташа квадраттық ауытқу	Салыстырмалы орташа квадраттық ауытқу
1000	0,4	0,04	0,49	1,225
10000	5,6	0,056	1,02	0,182
100000	51,4	0,0514	4,5	0,088

Осы дәлдіктегі өлшеу b 1000 мәндер бағамын өлшеу дәл болмайды. Шын мәнінде, 2 экспериментте мыңның ішінен 1 жағдайда ақау шықты, басқа үш экспериментке, ақау барлық мәндер қолайлы шегінде. Кестеден көріп отырғанымыздай, қателерді екі есеге қысқарту ақаудың 156 есе қысқарды. Бұл микрожолға антенналарды өндіруде жоғары дәлдіктің қажеттілігін білдіреді. Қазіргі заманғы микроқұрылым құру технологиялары дәл баспа құрылысын жасауға мүмкіндік береді.

Екінші бөлім бойынша тұжырым

1. (Windows) басқа операциялық жүйелерімен салыстырғанда Linux танымалдылықтың нарықтық позиция трендінің уақытын көрсетеді .
2. Linux базасында құрылған, Asterisk үшін Linux арнайы дистрибутиві, себебі Linux бұл монолитті емес, ол жиынтықты жүйе және UNIX туыстығы операциялық жүйесінің буыны, ойластырылып жобаланған және ықшамды.
3. Asterisk бағдарламасын қолданумен Wi-Fi сымсыз технологиясы базасында екі ЖСЖ өзара әрекеттесуінің сұлбасы дайындалған.
4. Бұл жұмыста өзінің барлық веб-қосымшаларында тұрақты жұмысты қамтамасыз ету үшін сервер/веб-хостингі ретінде қолданатын папкалардың, утилитаның және пәрмендер жиынтығының құрылымынан Asterisk – **CentOS үшін ең** танымал дистрибутив (солтүстік операциялық жүйе) пайдаланылған. Сонымен қатар серверге CentOS базасында станцияны қалыптастыру үшін.
5. Дайындалған сұлбалардың негізінде университетте және темір жол желісінде шынайы желі құрылған.
6. Эксперименттер есептеулер негізінде құрылған микрострипті антеннада, Asterisk бағдарламалық жасақтамасы негізінде сымсыз шешімді өзара әрекеттесуді қамтамасыз ету үшін жүргізілді.
7. МЖС көрсеткіштерінің жиіліктен тәуелділігі алынды, жиіліктің жұмыс диапазоны анықталды, сәуле таратушыда ПӘК пен жоғалтулар анықталды, сәуле таратушының бағытталу диаграммасы құрылды, өлшемлер бойынша рұқсаттар анықталды.
8. Антенналық тор көрсеткіштеріне, жолақтық желіжол көрсеткіштеріне есептеулер жүргізілді, қорек сұлбасының ПӘК анықталды, антеннаның күшейту коэффициенті мен бағытталу диаграммасын табуға есептеулер жүргізілді.
9. Өндірістік қателердің микрожолақтық антенналар көрсеткіштеріне әсері зерттелді. Тәжірибелер мен статикалық сынақтар негізінде қате 2 есе азайды, ол 156 есе төмендеді.

3 ASTERISK ЖҮЙЕСІНІҢ НЕГІЗІНДЕ ҚҰРЫЛҒАН ІР-ТЕЛЕФОНИЯ СЫМСЫЗ ЖЕЛІСІНІҢ ЖҰМЫСЫН ЗЕРТТЕУ

3.1 Желіні модельдеудің бағдарламалық құралдары

Қоғамның дамып келе жатқан ақпараттандыруы әртүрлі адамгершілік әрекеттерден ақпараттық ағындарды тудырады. Берілген ақпарат көлемінің артуы магистральдық деректерді беру желісіне белгілі бір күрделілік тудырады, себебі заманауи ақпараттық технологиялар тұтынушыға ақпарат беруді тиімді етіп жасайды, сақтайды және өңдейді және қоғам өміріндегі негізгі тетік болады.

Компьютерлік желілерді модельдеудің негізгі әдістері аналитикалық және еліктемелік әдістер болып табылады. Желілердің талдамалық модельдері математикалық құрылғылардың жаппай қызмет көрсету теориясының (ЖҚТ), ықтималдықтар және Марков үрдістері негізінде, сондай-ақ диффузиялық жуықтау әдісінің негізінде құрылады [71-74]. Мұнан басқа, желілердің талдамалық модельдерінің әдістері ретінде уақыт ішінде желі әрекетін сипаттайтын дифференциалдық және алгебралық теңдеулер де алынады.

Соңғы онжылдықтар бойы көп сервистік желілерді құруға байланысты дауыс, деректер, аналогтық және цифрлық теледидарлық сигналдар, сигналдар тарату сияқты біртекті ақпараттық ағымдардың тіркесімі бар. Осындай жүйелерді ұйымдастыру үшін негіз дәстелік коммутация болып табылады [75-79].

Компьютерлік желілерді модельдеудің екінші түрі – еліктемелік модельдеу. Модельдеудің бұл түрі жақсы, ал кейде нақты жүйелерді, соның ішінде желілерді оқып үйренудің жалғыз жолы. Бұл жағдайда, бағдарламалық қамтамасыз ету жүйелері өздерінің құрылымы мен қолданылатын хаттамалары бойынша бастапқы деректерге негізделген сұраныстың қарқындылығы желілік компьютерлер арасында, байланыс желілерінің ұзындығы, пайдаланылатын жабдықтардың түрлері мен қосымшалары туралы желілік модельді жасайды.

Еліктемелік модельдеу – зерттелетін жүйе жеткілікті дәлдікпен нақты жүйені сипаттайтын модельмен алмастырылатын зерттеу әдісі және осы жүйе туралы ақпарат алу үшін тәжірибелер жүргізіледі. Еліктемелік модельге келесі жағдайларда жүгінеді:

- нақты объекте тәжірибе жасау қымбат немесе мүлде мүмкін болмаған кезде;
- аналитикалық модель құру мүмкін емес кезде, өйткені жүйеде уақыт, себеп-салдар байланысы, салдары, сызықтық емес, стохастикалық (кездейсоқ) айнымалылар болады;
- жүйенің уақыт ішінде әрекетін модельдеу қажет кезде.

Еліктемелік модельдеу жүйенің уақыт ішінде әрекетін модельдеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, модельде бұл уақыт бақылануы мүмкін: жылдам үрдістер кезінде баяулатуға және баяу өзгермелілігі бар жүйелерді жеделдетуге болады. Бұл объектілердің әрекетін, мысалы, қымбат, мүмкін емес

немесе қауіпті нақты сынақтарды модельдеуге болады. Еліктемелік модельдеуді пайдалану нақты жүйелерде орындалатын сынақтармен және басқа әдістермен салыстырғанда көптеген артықшылықтарды ұсынады. Желіні құру айтарлықтай шығыстарды талап етеді, модельдеу сонымен қатар тиісті бағдарламалық жасақтама дестесін қамтиды. Шындығында, тиімділігін бағалау үшін, мысалы, жаңа желіні бағалауға 1 жыл уақыт кетеді, телекоммуникациялық жүйелердің даму жылдамдығын ескере отырып, ол өзгерістер және оңтайландыру мүмкіндігін қарастыру бастапқыда қажет. Еліктемелік модельдеуге сынақ үшін қажетті бірнеше минут ішінде өзгерістердің оңтайлылығын анықтауға мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта кәсіпорындар мен байланыс операторлары технологияны дамытуға тез әрекет етуін қажет етеді. Еліктемелік модельдеудің көмегімен ең жақсы нұсқаны анықтау үшін әр түрлі көрсеткіштері бар шексіз сынақтар жасауға болады. Дәстүрлі есептеу математикалық әдістер абстракцияның жоғары дәрежесін пайдалануды талап етеді және маңызды бөлшектерді ескермейді. Еліктемелік модельдеу формулалар және қатаң математикалық қатынастарды пайдаланбай, табиғи жолмен жүйесінің құрылымын және оның үрдістерін сипаттауға мүмкіндік береді.

Еліктемелік модельнің жүйе үдерісін уақытында бейнелеуге, оның құрылымын сұлбалық түрде көрсетуге және графикалық түрде нәтижелерді шығаруға қабілеті бар. Бұл шешімді көрнекі түрде көрсетуге және оған енгізілген идеяларды клиент пен әріптестерге жеткізуге мүмкіндік береді. Модельдеудің әмбебаптығы кез келген саладағы мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Әрбір жағдайда модельдеу модельдеу, ойнату, нақты өмір және нақты объектілерге әсер етпестен көптеген тәжірибелерге мүмкіндік береді.

Жобалау кезінде еліктемелік модельдеу жобалық шешімді таңдау, сонымен қатар таңдалған жобалық шешімді тексеру мақсатымен қолданылуы мүмкін. Жобалық шешім таңдау кезінде еліктемелік модельдеу жоспары құрылады, мұнда модель кірісі кез-елген жобалық шешім, ал шығыс – техникалық тапсырма сәйкес модельдеу объектісінің жұмыс көрсеткіштері болып табылады.

CommView for WiFi бағдарламасы маңызды ақпаратты көрсету үшін (әрбір нүкте мен әр арнаның статистикасы, сигнал күші, дестелер мен желілік қосылыстардың тізімі, хаттамаларды тарату диаграммалары және т.б.) эфирде әрбір дестені бекітеді. Бұл ақпарат 802.11 a / b / g / n / ac стандарттарының сымсыз желілерінде желілік дестелерді бақылау және талдау үшін арналған. Сонымен қатар, CommView for WiFi желілік ақаулықтарды анықтауға және бағдарламалық жасақтама мен аппараттық құралдардың ақаулықтарын жоюға мүмкіндік береді.

CommView for WiFi құрамына терең талдауға, SIP және H.323 дауыстық байланыс жазуға және ойнатуға арналған VoIP модулі кіреді. Дестелер әдеттегі WEP кілттері немесе WPA2-PSK арқылы шифрдан алуға және ең төмен деңгейге дейін декодтауға болады. CommView for WiFi 100-ден астам хаттамаларын қолдап, хаттама деңгейлерін және десте атауларын көрсететін,

ыңғайлы, ағаш тәріздес жүйеін пайдалану арқылы ұсталған дестелерді толық зерттеуге мүмкіндік береді.

CommView for WiFi жұмыс істеу үшін үйлесімді сымсыз адаптерді қажет етеді. Сымсыз адаптердің бақылау функциясын іске қосу үшін осы өнімге қосылған арнайы драйвер қажет. Кейбір адаптерлер Windows Vista немесе Windows 7 пайдалансаңыз ғана, бағдарламасымен үйлесімді болып табылады. Осы жұмыстың ғылыми жаңалығы зертханалық жағдайда, осы технология алғаш рет қолданылатынында.

CommView модельдеу жүйесінің мүмкіндіктері:

- Wi-Fi станцияларын және кіру орындарын анықтау үшін эфирді сканерлеу;
- 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n и 802.11ac WLAN сымсыз трафигін ұстау;
- шифрланған дестелерді дешифрлеу үшін WEP немесе WPA кілттерін енгізу;
- әрбір торап пен әрбір арнаның толық статистикасын қарау;
- IP-байланыстың толық статистикасын көру: IP-адресстер, порттар, сеанстар және т.б.;
- TCP-сессияларын қайта құру;
- күдікті дестелер, жоғары желілік жүктеме, белгісіз мекенжайлар және т.б сияқты маңызды оқиғалар туралы ескертулер, ескертулерді конфигурациялау;
- өткізу қабілеттілігін бақылау;
- зарарланған және декодталған дестелерді нақты уақыт режимінде көру;
- жоғары деңгейдегі IP хаттамалары мен хаттамаларының диаграммаларын қарау;
- желі жүктемесін бақылау;
- нақты уақыттағы ұсталған және декодталған дестелерді көру;
- оқшауланған дестелердің мазмұны бойынша деректерді немесе алты деректерді іздеуді жүзеге асыру;
- дестелерді сақтау және жүктеу;
- Sniffer®, EtherPeek™, AiroPeek™, Observer®, NetMon, Wireshark / Tcpdump және Wireshark / pcapng форматтарындағы файлдарды онақтылық және мәтіндік форматтағы экспорттық дестелерді импорттау және экспорттау;
- кез келген SmartWhois IP-мекен-жайын ол туралы тез және оңай ақпарат беру;
- бір уақытта бірнеше арналардан деректерді жинақтау (бірнеше үйлесімді USB адаптерін пайдаланғанда);
- A-MPDU және A-MSDU дестелерін түсіру.

3.2 Ақпарат тарату жүйесінің математикалық модельдері

Жаппай қызмет көрсету теориясында барлық қаралған объектілер «жаппай қызмет көрсету жүйелері» (ЖҚЖ) жалпы атауымен біріктіріледі. ЖҚЖ класстарының бірі - ақпараттық тарату жүйесі (телетрафик жүйесі). Ақпараттық тарату жүйесі коммутациялық қондырғылар жиынтығы, коммутациялық

орталықтың кейбірі немесе барлығы, РВХ немесе телефон, телеграф және басқа да хабарлардың белгілі бір алгоритміне қызмет ететін байланыс желісі болуы мүмкін [80]. ЖҚЖ дамуында оның бір тармағы – телетрафик теориясы маңызды рөл атқарады.

Телетрафик теориясының мәні - ақпарат таратушы жүйелердегі хабар ағындарына қызмет көрсету процестерінің сандық аспектісі.

Телетрафик теориясы - бұл ғылыми тәртіп және телекоммуникациялық жүйелерді (телефония, компьютерлік желілер және т.б.) жобалау кезінде қолданылады.

Кез келген басқа математикалық теория сияқты, телетрафик теориялары ақпараттық тарату жүйелерімен емес, математикалық модельдермен жұмыс істейді. Ақпаратты тарату жүйесінің математикалық моделі үш негізгі элементтен тұрады:

- кіріс қоңырау ағыны (қызмет көрсету талаптары);
- ақпараттық тарату жүйесінің сұлбалары (қызмет көрсету арнасы);
- қоңырау ағыны бойынша қызмет көрсету тәртібі.

Кіріс талаптарының ағымы осы ағынның көрсеткіштері мен қасиеттері туралы, сондай-ақ берілетін талаптардың түрі және оларды ұсыну нысаны туралы ақпаратты қамтиды.

Қызмет көрсету арнасы кіріс саны, шығыс саны және т.б. сипатталады.

Дәстүрлі түрде дестелік коммутациялық желілердегі ағындарды басқару мәселесі телетрафик теориясы, графика теориясы, желілік теория, автомат теориясының математикалық аппараттарының көмегімен шешіледі,

Телетрафик теориясында оқиғалар ағыны $t_1, t_2, \dots, t_k, \dots$ уақытының кездейсоқ жерінде тізбектелетін талаптарды сипаттайды. Мұнда кездейсоқ уақытта $t_1, t_2 > t_1, \dots, t_n > t_{n-1}, \dots$ болатын оқиғалар ағыны кездейсоқ үрдіс болып табылады.

Зерттеу барысында арнаға кіретін талаптардың ағыны үш баламалы жолмен сипатталуы мүмкін:

- талаптарды алу сәттері;
- талаптарды алған уақыт аралығы;
- белгілі бір уақыт аралығындағы талаптар саны.

ЖҚЖ-да қарапайым ағынның негізгі тұрақтылық, қарапайымдылық және салдарының болмауы жатады.

Талаптардың ағынының тұрақтылығы статистикалық көрсеткіштердің уақытында, яғни кез-келген уақытта шағымдарды алудың ықтималдық тығыздығы тұрақты болып табылады. Бұл ағым үнемі қарқындылыққа ие, яғни бірлікке қойылатын талаптардың саны. Тұрақты ағындардағы пульсация қысқа мерзімді үрдіс ретінде қарастырылады және іс жүзінде ескерілмейді.

Қарапайым ағын бір уақытта бірнеше талапты алу мүмкін еместігін білдіреді.

Салдар болмаған жағдайда Δt_1 аралығында талаптардың түсу ықтималдылығы Δt_2 аралығында түскен талаптарға тәуелді емес.

Көптеген ағындарды біріктірген кезде қарапайым, тұрақты қасиеттерге ие және нәтиже болмаған кезде ағынды қарапайымға жақын орналасқан ағын алынады [81, 82]. Пуассон (қарапайым) ағын t уақыт аралығында k хаттарының $P(k)$ ықтималдылық жинағын сипаттайды:

$$P(k) = \frac{(\lambda \cdot t)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda \cdot t}. \quad (3.1)$$

мұнда $k=0,1,\dots$ – хаттар саны;

λ – ағын қарқындылығы.

Математикалық күтудің (орташа) сандық мәні және Пуассон ағынының дисперсиясы λ -ға тең. Екі оқиғаның аралығындағы t аралығын тарату келесідей анықталады:

$$P(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot t}. \quad (3.2)$$

Пуассон ағынында талаптар арасында тарату бар. Экспоненциалды бөлу кезінде кездейсоқ айнымалы τ үшін математикалық күтудің мәні λ параметрінің кері нұсқасы болып табылады және стандартты ауытқудың мәні математикалық күтудің мәніне тең:

$$m_r = \sigma_r = \frac{1}{\lambda}. \quad (3.3)$$

Пуассон ағынының еліктемесін Марков үрдістері деп аталатын ON / OFF көздерінің жиынтығын мультиплекстеу арқылы алынады. Ұзақ уақыт бойы деректердің желілік трафигін Пуассон таратуы сипаттайды.

3.3 Нақты трафиктің шамалық сипаттамаларын талдау

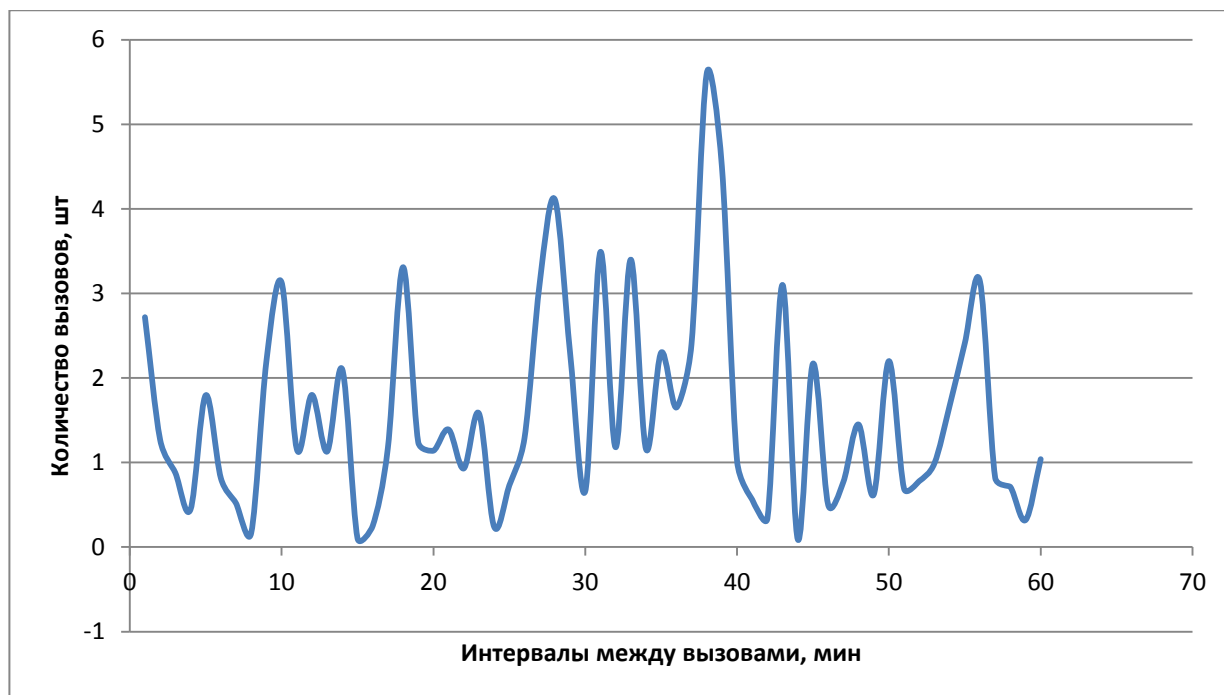
Математикалық тұрғыдан алғанда, қарапайым талаптардың ағынын деректердің статистикалық өңдеуі арқылы анықтауға болады.

Ең қарапайым ағынның талаптардың түсімдері арасындағы аралықты экспоненталық бөлуі бар.

Өлшенген деректер Wireshark сниффер бағдарламасынан алынады.

Бір сағаттың ішінде 60 IP-PBX қоңырауы бақыланды.

3.1 сурет кіретін қоңыраулардың қарқындылығын көрсетеді.



Сурет 3.1 – Қоңыраулар арасындағы аралықтар

[83]-те қоңыраулар арасындағы аралықты бөлудің сандық мәндерін есептеу (математикалық күту, ауытқу, стандартты ауытқу, вариация коэффициенті және т.б.) көрсетілген. Мұнда келесі формулалар қолданылған:

$$m_t = \frac{1}{\lambda}, \quad (3.4)$$

$$D_t = \frac{1}{\lambda^2}, \quad (3.5)$$

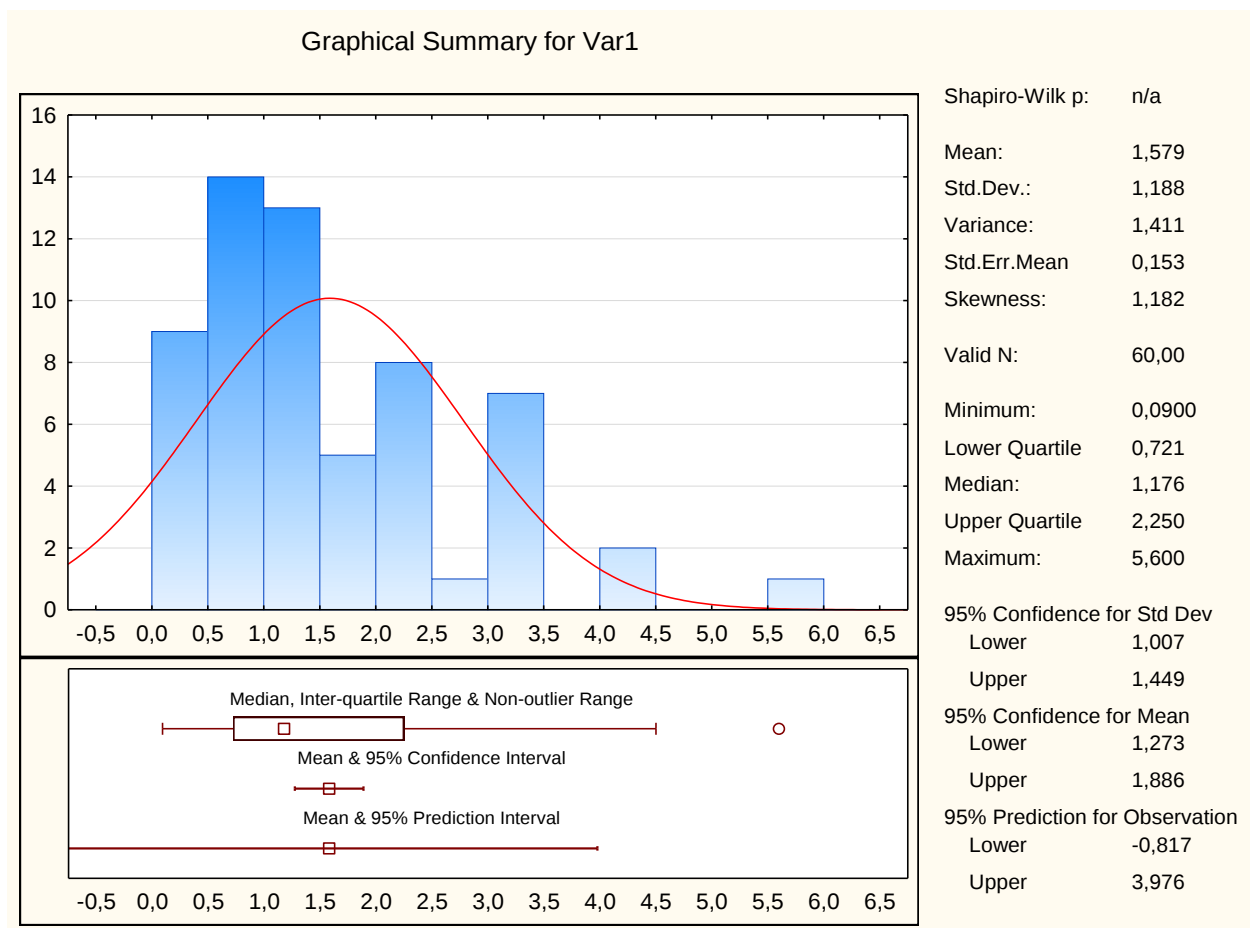
$$\sigma_t = \frac{1}{\lambda}, \quad (3.6)$$

$$v = \frac{\sigma_t}{m_t}. \quad (3.7)$$

Қарапайым ағын үшін $\sigma = \frac{1}{\lambda}, \tau_{\text{инт}} = \frac{1}{\lambda}, v = 1$.

STATISTICA бағдарламасында өлшенген трафикке статикалық зерттеулер жүргізілген.

Кездейсоқ шаманың сандық мәндері 3.2 суретте көрсетілген.



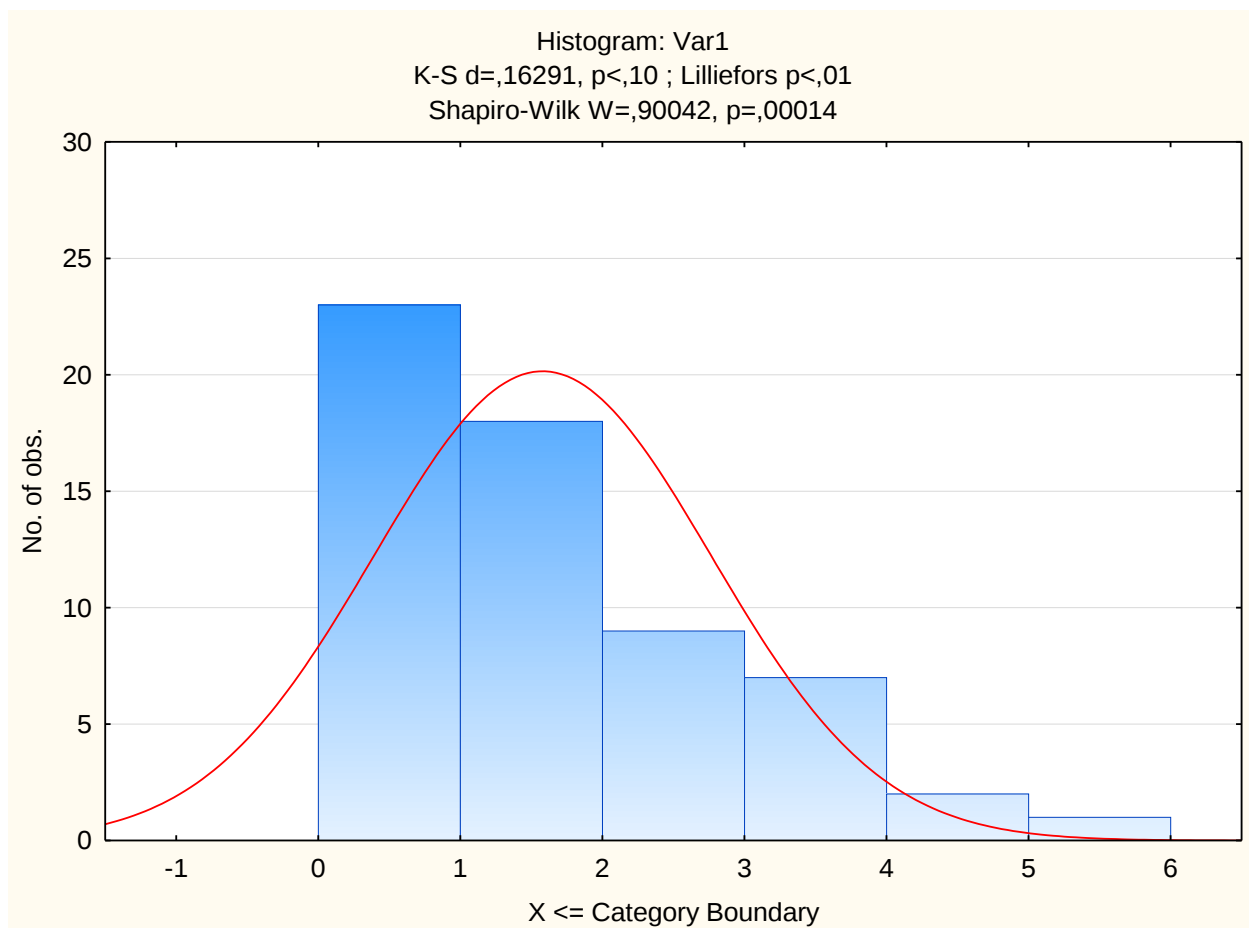
Сурет 3.2- Кездейсоқ шаманың сандық мәндері

Жоғарыда келтірілген деректер негізінде математикалық күтулердің мәндері түбір-орташа-квадраттық ауытқу шамасына тең және қаралып отырған үлестірілім үшін вариациялық коэффициенттердің шамасы бірліктен аз екенін көруге болады.

3.4 Тарату заңдарының түрлері туралы болжамдарды статикалық талдау

Б қосымшасында STATISTICA бағдарламасындағы шығыс кездейсоқ шаманың статикалық деректері көрсетілген.

3.3 суретте Колмогоров-Смирнов пен Шапиро-Вилк белгілерінің статистикасын анықтайтын қалыпты таратудың қисық сызығымен PBX-дегі қоңырауларды бөлудің гистограммасы бейнеленген, ал 3.4 суретте гистограмма 3D түрінде көрсетілген.

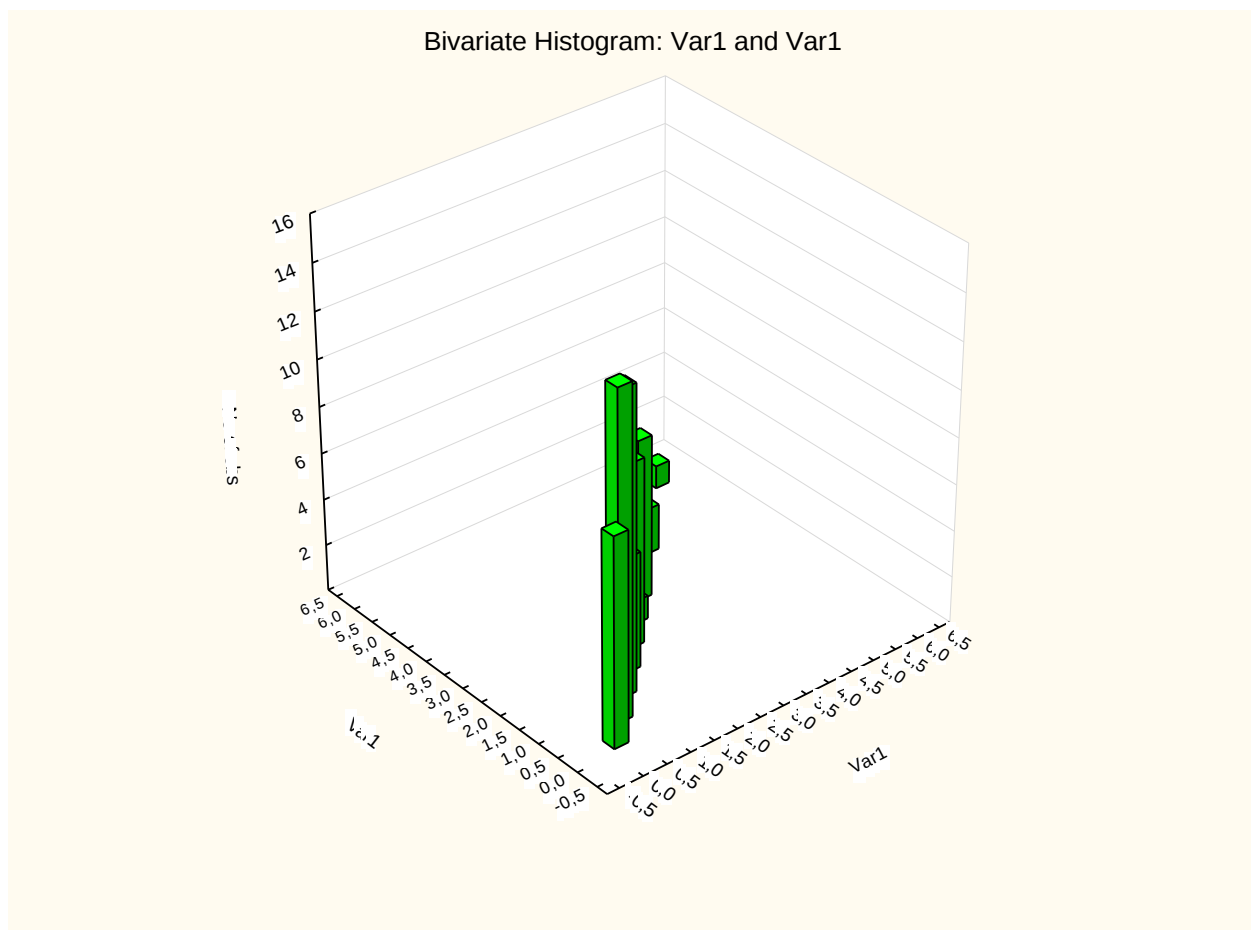


Сурет 3.3– Қоңыраулар арасында аралықтарды бір қалыпты тарату аппроксимациясы

Егер D Колмогоров-Смирнов статистикасы айтарлықтай болса, тиісті үлестірім қалыпты деген гипотезаны алып тастау керек.

Колмогоров-Смирнов критерийінің ($D_{\max}$) критикалық мәні 60 тең қоңыраулар арасындағы аралық бөлудің модель өлшемімен, $p = 0,05$ және 0,2101 үшін $p = 0,01$ [84] 0,1753 құрайды.

$D_{\text{exp}} = 0.116291$ және одан кем $D_{\text{critic}} = 0.2101$ болғандықтан, эмпирикалық бөлудің қалыпты екендігі туралы болжам қабылданады.

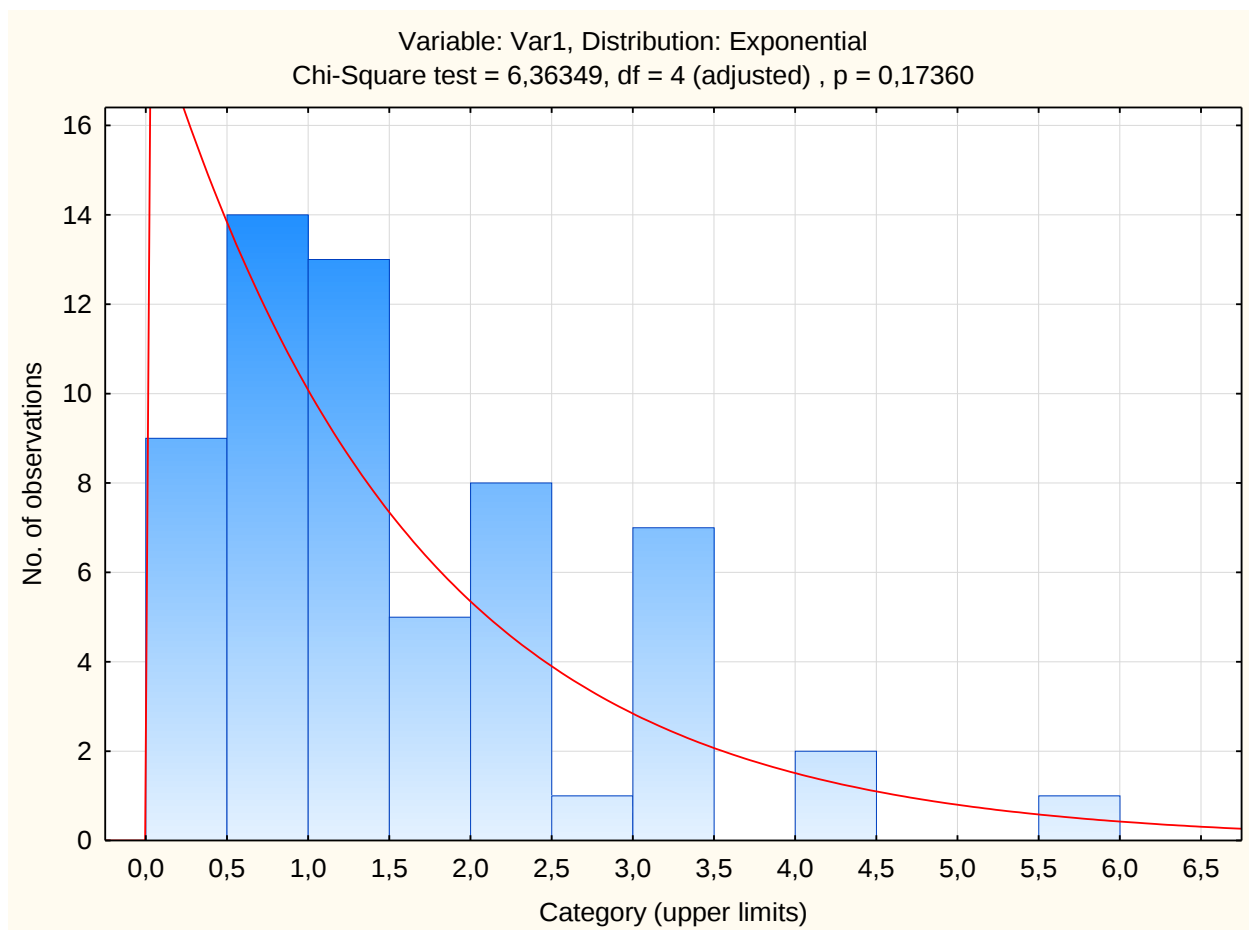


Сурет 3.4–3D түрінде қоңыраулар арасында аралықтарды тарату гистограммасы

Шапиро-Вилк келісімін қоңыраулар арасындағы аралықты қалыпты бөлу туралы гипотезаны сынау үшін қолданамыз. 3.4 суретте жоғарыда $W = 0.90042$ мәні жазылған; $p = 0.00014$. Нөлдік болжам таратудың қалыпты екендігін білдіреді, өйткені статистикалық маңыздылықтың p мәні $p > 0,05$ және W ($W > 0,9$) жоғары мәндерінде қабылданады. Әйтпесе, баламалы гипотеза қабылданады [85-87].

3.5 суретте 6.36349 хи-шаршы өлшемі бойынша жазбаларды көрсететін STATISTICA бағдарламасының ортасында экспоненталық жуықтаумен (қарапайым ағынмен, қоңыраулар арасындағы интервалдар экспоненталық заңға сәйкес бөлінеді) тергеу барысында бірқатар гистограммалар көрсетілген.

[88]-де K дәрежелі квадрат екі деңгейлі $p = 0,05$ және $p = 0,01$ деңгейлері үшін «хи-шаршы» белгісінің сенімді шекаралары бар кесте көрсетілген және ол оқиғалардың пайда болу жиілігін салыстырады. Айырмашылықтар туралы қорытындыны тәжірибелік χ^2 мәнінен асып түссе жасауға болады.



Сурет 3.5 – Қоңыраулардың аралық қатарларын экспоненциалдық тарату аппроксимациясы

Біздің зерттеуіміз үшін $K = 59$ және маңыздылығы бойынша $p = 0,05$ және $p = 0,01$, сыни мәндер сәйкесінше 67,5 және 76,2 құрайды. Эксперименталды мән 6.33634 тең. Демек, зерттелетін қатар экспоненциалды үлестірімге ие, өйткені сыни мәндер эксперименттік деректерге қарағанда бірнеше есе асады.

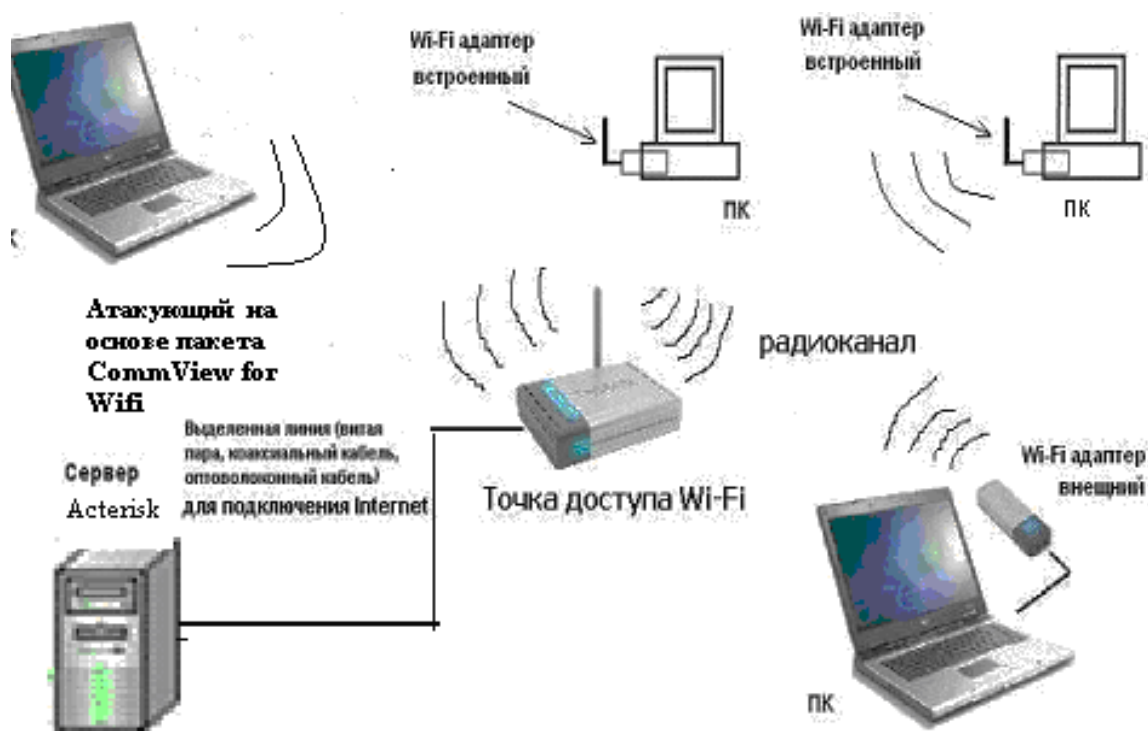
Жоғарыда айтылғандарды негізге ала отырып, жүйе қарапайым қоңырау ағынына қызмет етеді және қысқа мерзімді болашақта виртуалды АТС-дің қоңырауларына қызмет көрсету кезінде кезек болған жағдайда олар тез жылжиды.

3.5 Клиент сервер желісіне шабуыл сұлбасын құру

AsteriskNow ATS негізінде VoIP клиент-сервердің желілік модельсін пайдаланады. Сонымен қатар, AsteriskNow виртуалды айырбастау - бұл сервер, ал клиент дербес компьютерлер, ноутбуктар, жұмсақ құрылғылар тіркелген ұялы құрылғылар болуы мүмкін.

Клиенттердің сервермен байланысы WiFi сымсыз кіру нүктесі арқылы өтеді, ал сым технологиясы бойынша кіру нүктесі серверге қосылған. Шабуылшы - CommView for WiFi дестесі орнатылған ноутбук.

3.6-суретте бейнеконференция кезінде құрастырылған желіге жасалған шабуылдың сұлбасы көрсетілген.



Сурет 3.6— Клиент серверінің желісіне сымсыз шабуыл сұлбасы

3.7 суретте көрсетілгендей, шабуыл барысында бейнеконференцияға қатысушылар компьютерлерінің MAC мекенжайлары, дестелердің саны, шифрлау әдістері және басқа да деректер анықталды.

Егер CommView for WiFi іске қосылмаса, адаптер деректерді басқа сымсыз хосттармен немесе кіру нүктелерімен алмастыра алады, өйткені тиісті картаны өндірушімен қамтамасыз етілген бастапқы драйверді пайдаланады [89].

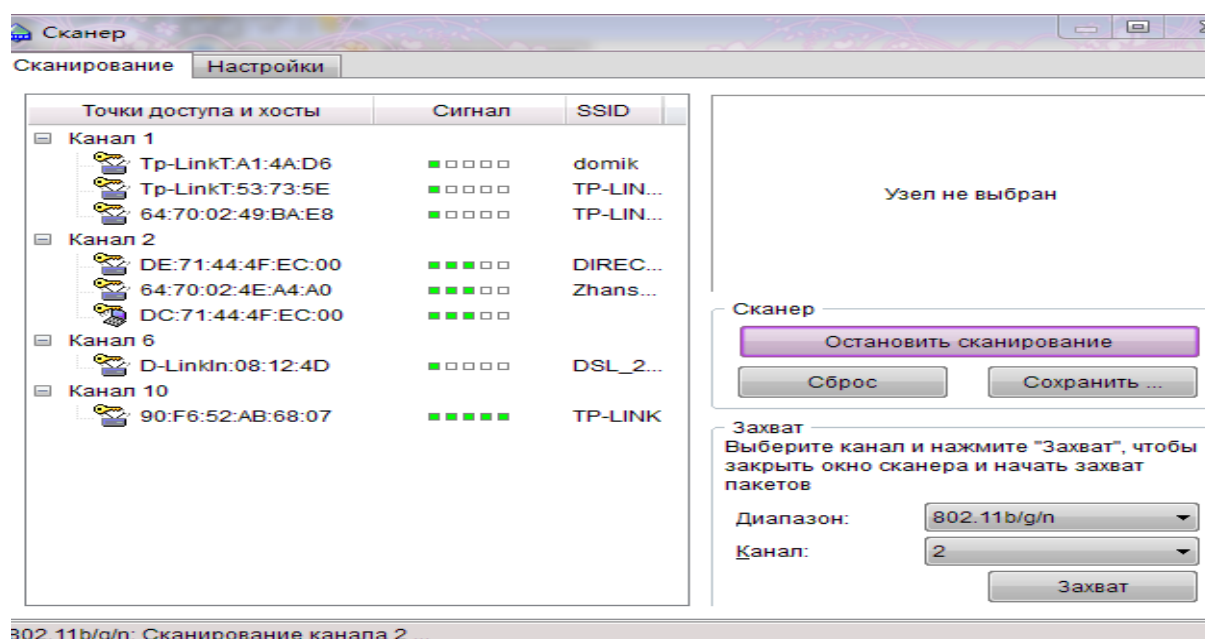
CommView for WiFi - Оценочная версия - Сетевой адаптер Broadcom 802.11n										
Файл Поиск Вид Инструменты Настройка Правила Справка										
Узлы Каналы Текущие IP-соединения Пакеты VoIP Log-файлы Правила Предупреждения										
MAC-адрес	Канал	Тип	SSID	Шифрование	Сигнал	Скорость	Байт	Пакеты	Повтор	Ошибки ICV
DE:71:44:4F:EC:00	2	AP	DIRECT-CI...	WPA-CCMP	-66/-62/-60	6/6/6	162 790	446	0	0
64:70:02:4E:A4:A0	2	AP	Zhansaya	WPA-CCMP/W...	-68/-61/-59	12/12,29/24	143 256	540	0	0
DC:71:44:4F:EC:00	2	STA		WPA	-67/-60/-52	6/14,57/24	3 764	82	0	0

Сурет 3.7 – ЖЕЖ шабуыл сұлбасы

Егер CommView for WiFi іске қосылса, адаптер «promiscuous» режимде пассивті мониторинг режиміне ауысады.

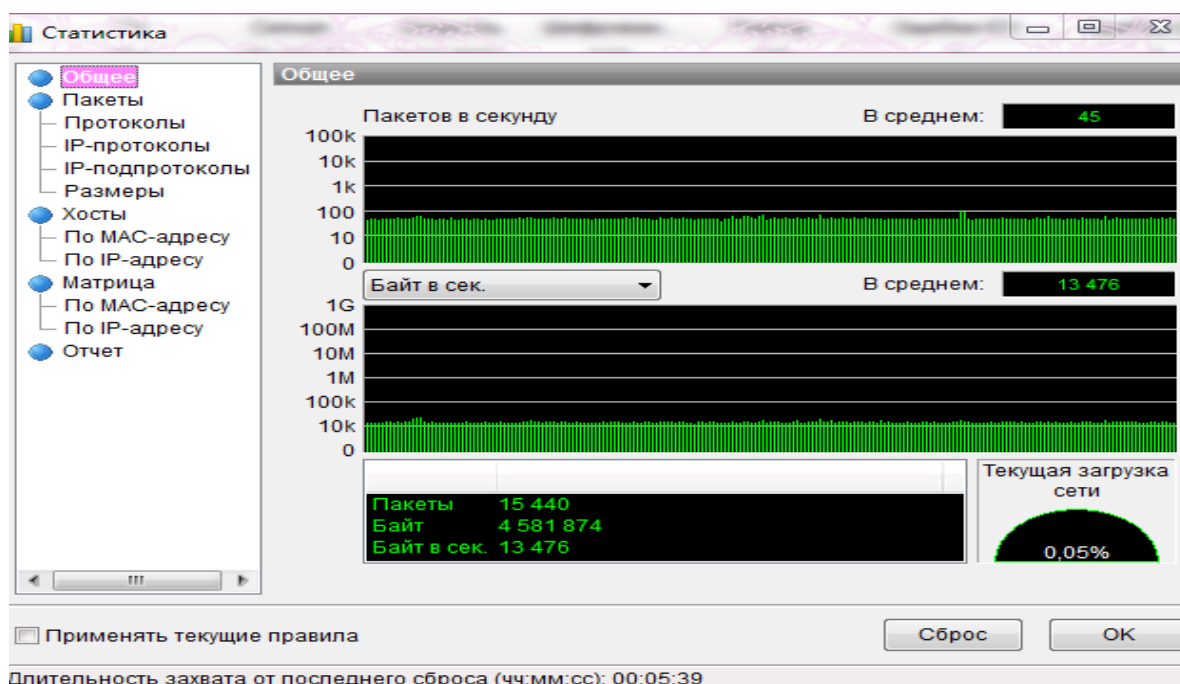
3.8-сурет желінің жұмыс ауқымында орналасқан басқа компьютерлердің MAC мекенжайларының нәтижелерін көрсетеді.

CommView for WiFi келесі хаттамаларды декодтауды қолдайды: ARP, BCAST, BGP, BMP, CDP, DAYTIME, DDNS, DHCP, DIAG, DNS, EIGRP, FTP, GRE, H.225, H.261, H.263, H.323, HTTP, HTTPS, ICMP, ICQ, IGMP, IGRP, IMAP, IPsec, IPv4, IPv6, IPX, HSRP, LDAP, MS SQL, NCP, NDS, NetBIOS, NFS, NLSP, NNTP, NTP, OSPF, POP3, PPP, PPPoE, RARP, RADIUS, RDP, RIP, RIPX, RMCP, RPC, RSVP, RTP, RTCP, RTSP, SAP, SER, SIP, SMB, SMTP, SNA, SNMP, SNTP, SOCKS, SPX, SSH, TCP, TELNET, TFTP, TIME, TLS, UDP, VTP, WAP, WDOG, YMSG, 802.1Q, 802.1X.



Сурет 3.8– Драйвер шабуылданатын желіге орнатылмаған кездегі шабуылдар нәтижелері

3.9 суретте желінің трафигінің статистикасы келтірілген, 3.10 сурет желідегі трафикті бөлу статистикасын көрсетеді (MAC мекенжайы бойынша қабылданған және жіберілген кадрлар туралы есеп).



Сурет 3.9 – Желіде трафікті тарату статистикасы

Хосты - По MAC-адресу

MAC/пс...	Отпра...	Получ...	Отправл...	Получен...	В-cas...	M-ca...
50:B7:C3:E...	10	16	800	1 536	10	0
64:70:02:4...	34	0	5 134	0	34	0
64:70:02:4...	2 104	0	616 256	0	2 040	0
90:F6:52:A...	1 120	0	332 850	0	1 110	0
A0:F3:C1:D...	16	8	2 576	768	16	0
AC:3C:0B:3...	0	2	0	52	0	0
C8:19:F7:9...	0	10	0	1 520	0	0
DC:71:44:4...	90	64	8 460	6 016	90	0
Broadcast	0	5 370	0	1 156 2...	0	0
Elitegro:16...	14	0	1 344	0	0	0
Tr-LinkT:8...	0	4	0	348	0	0
Tr-LinkT:A1...	2 002	0	186 162	0	1 998	0
Tr-LinkT:53...	84	0	12 948	0	72	0

☒ Группировать мультикаст-адреса

☐ Применять текущие правила

Сброс OK

Длительность захвата от последнего сброса (чч:мм:сс): 00:03:06

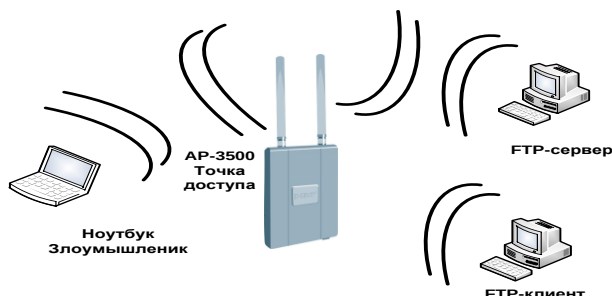
Сурет 3.10 – MAC-мекенжай бойынша қабылданған және жіберілген кадрлер туралы есеп

3.6 Шабуылдар нәтижесін талдау және желіні қорғау шаралары бойынша ұсыныстар әзірлеу

Клиент-сервер моделіне негізделген жергілікті желі толығымен сымсыз болғанда нұсқаны қарастырыңыз. Бұл ретте, төмендегілерді орындау керек [90-96]:

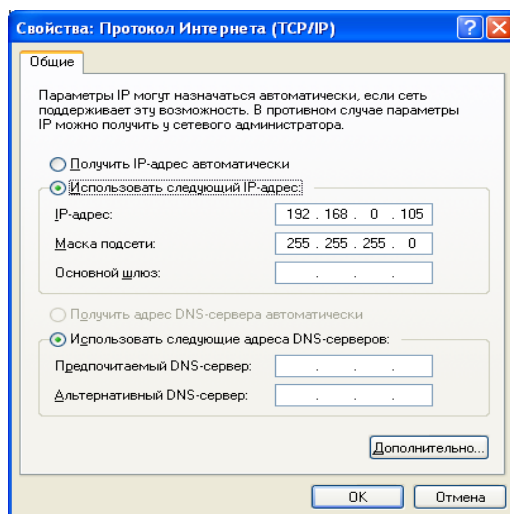
- FTP110 серверінің бағдарламалық файлын компьютерге орнату және FTP серверінің көрсеткіштерін реттеу;
- FileZilla басқа компьютерге орнату және оның көрсеткіштерін теңшеу;
- серверге AP-3200 сымсыз кіру нүктесі арқылы шабуылдау сұлбасын жасау.

Шабуылдаушының ноутбугында сымсыз желі адаптерінен ақпаратты алу және желідегі деректерді кодтау үшін, желілік бумаларды жинау және талдау үшін ComView for Wi-Fi бағдарламасын іске қосу керек. Дайындау ұлбасы 3.11 суретте келтірілген.



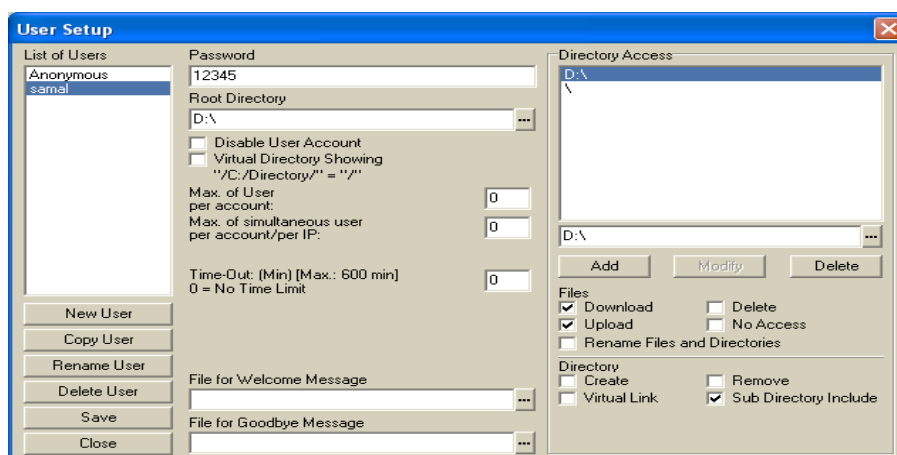
Сурет 3.11– «Клиент- сервер» модельсімен жергілікті желіде шабуылдың сымсыз технологиялар тәжірибелік сұлбасы

Клиентке IP-адресі тағайындау 3.12 суретте көрсетілген.



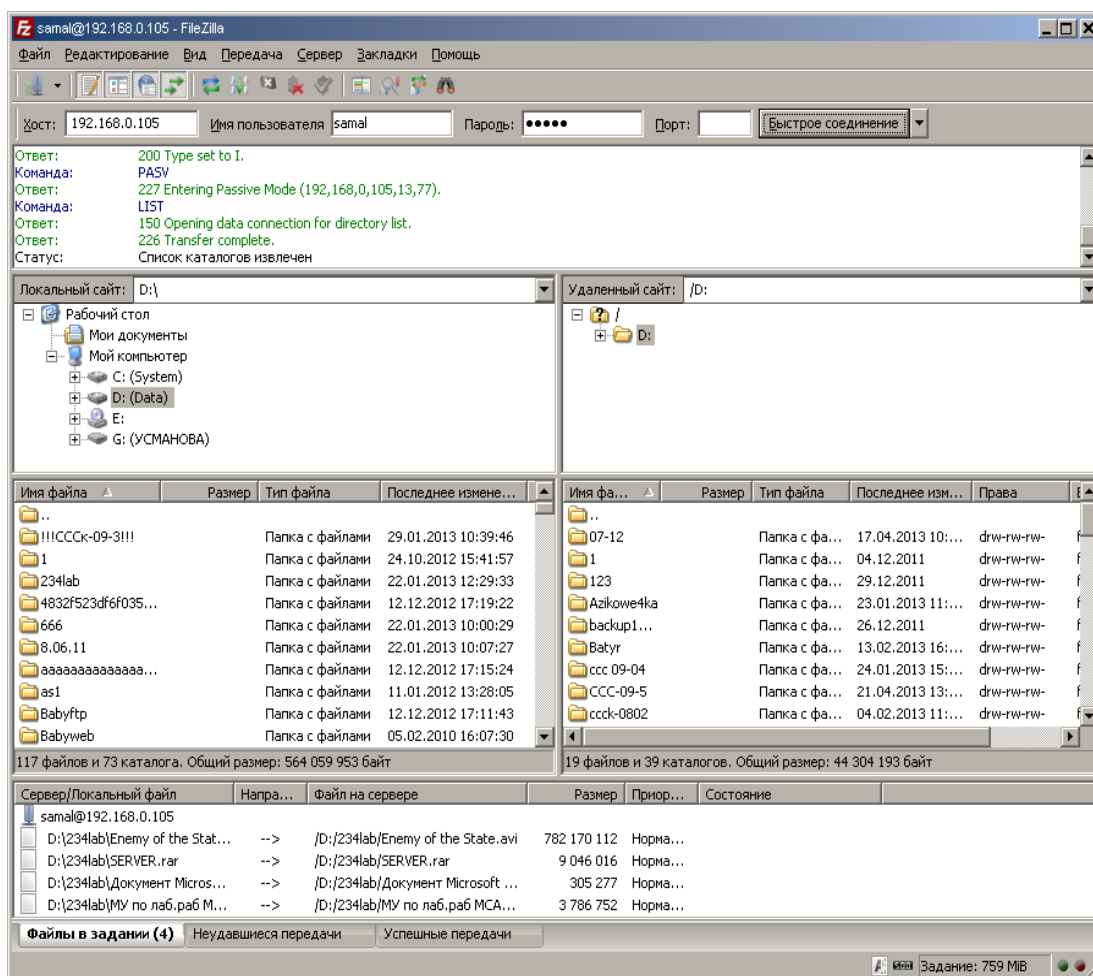
Сурет 3.12– Клиентке IP адресі орнату

Келесі көрсеткіштермен FTP серверді орнату: пайдаланушы – «samal», пароль – «12345» және т.б. (сурет 3.13).



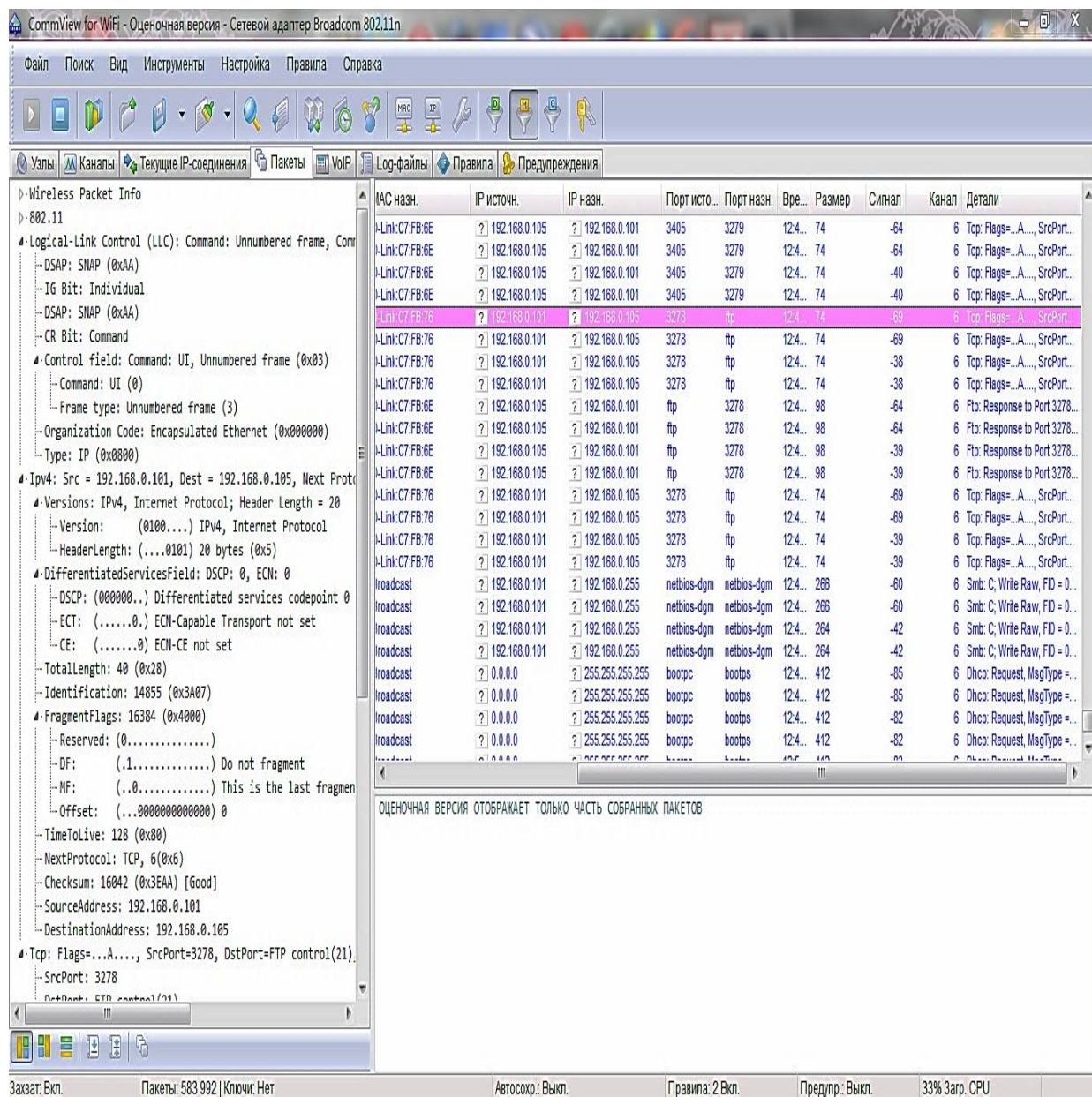
Сурет 3.13– Көрсетілген көрсеткіштермен FTP серверін орнату

3.14 суретке сәйкес FTP клиент көрсеткіштерін орнату



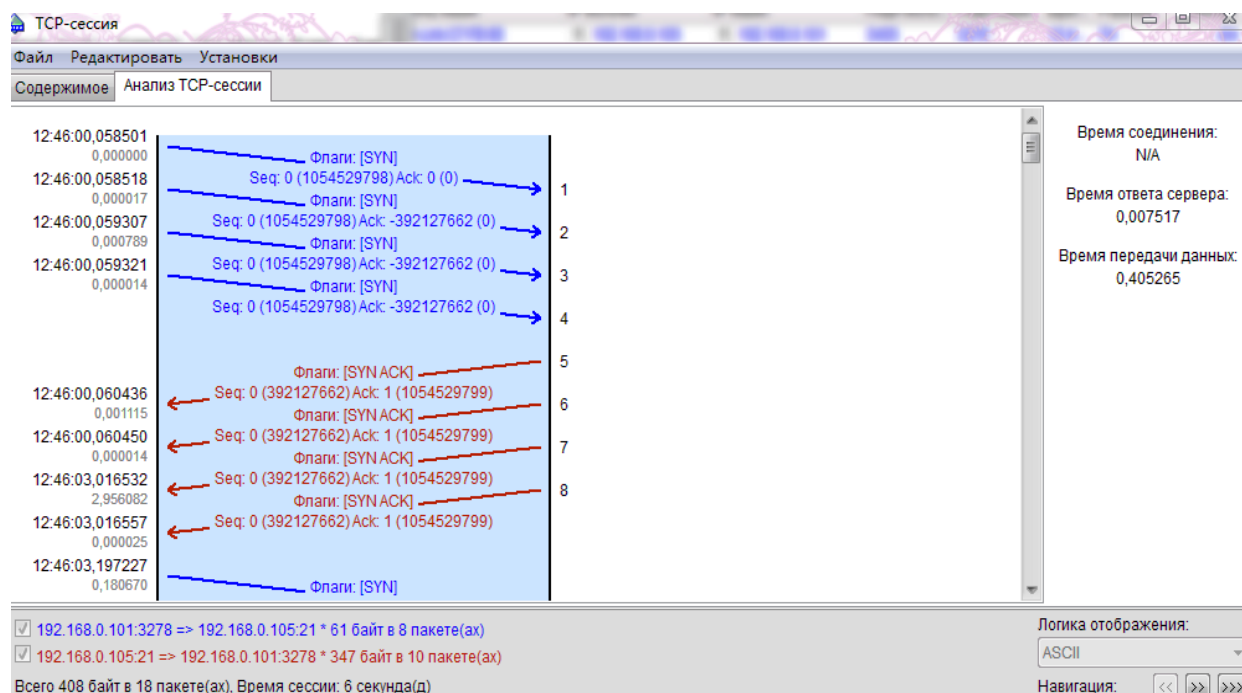
Сурет 3.14–FTP клиент көрсеткішін орнату

Клиенттің FTP бағдарламасында «Жылдам қосылу» түймесін басқаннан кейін сервер каталогы пайда болады (3.10 сурет, оң жағы). 3.10 суреттегі сол жақта қалтаны белгілеп, тандалған файлды осы қалтаға сервер каталогынан апарып, тастайды. Шабуылшы компьютерінде CommView for Wi-Fi бағдарламалық жасақтамасын түзетеді (бұл жағдайда ноутбук керек). Шабуылшы ноутбугінде 3.15 суретте көрсетілген ақпаратты көруге болады.



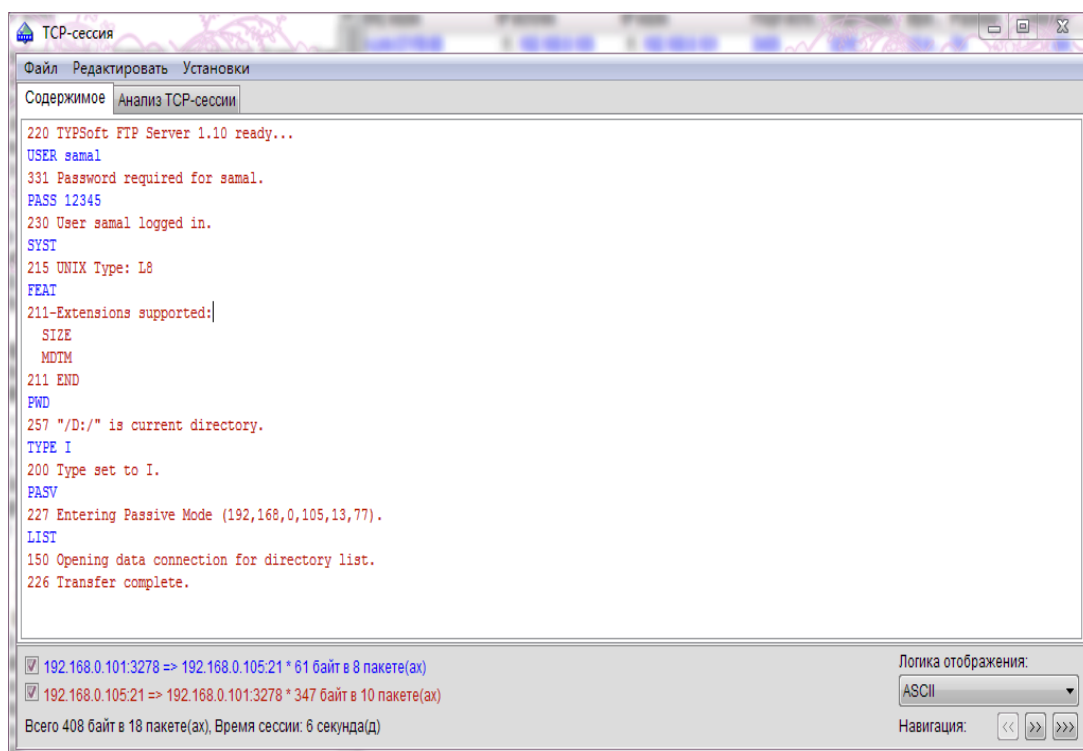
Сурет 3.15—CommView for Wi-Fi интерфейсі

Таңдалған FTP хаттамасында екі рет батырманы басып, TCP сессиясын білдіретін, клиент пен сервер арасындағы FTP хаттамасының интерфейсін көрсететін суретті аламыз (сурет 3.16).



Сурет 3.16– TCP сессия

«Мазмұн» қойындысын басу арқылы 3.17 суретте көрсетілгендей, шабуылдаушы анықтаған сервердің логині мен паролін аламыз.



Сурет 3.17 – Қойынды мазмұны

Зерттеуден көріп отырғанымыздай, кез-келген желілердің қорғалуы қажет, себебі сымсыз желі ресурстарына рұқсатсыз қол жеткізу нәтижесінде шабуылдаушы:

- сымсыз желінің ішкі желілік ресурстарына қол жеткізе алады;
- сымсыз желінің одан әрі зерттеуі үшін желілік трафикті тоқтатады;
- қажеттілік үшін интернет байланысын пайдаланады.

Wi-Fi сымсыз желілерді қорғау желілік ресурстарға рұқсатсыз қол жеткізуді болдырмауды білдіреді.

Сымсыз желінің ішкі ресурстарына қатынау құқықтарын шектеуді қамтамасыз ету қажет. Бұл шара сымсыз желіге рұқсатсыз қол жеткізу мүмкіндігін шектейтін, брандмауэр (brendmauery) іске асыру үшін бағдарламасын пайдаланып, бұл қазіргі заманғы желілік құрылғыларды (Wi-Fi маршрутизаторлар және т.б.. D.) пайдалануға мүмкіндік береді. Желілік құрылғы, сонымен қатар желі экранының жұмысының алгоритмі құрылғы бағдарламасының ағымды нұсқасымен анықталады. Сондықтан желілік құрылғының бағдарламасын жаңартып, жұмыс барысында оның соңғы нұсқасын пайдаланған жөн.

Желілік трафикті шифрлау. Желілік ресурстарға қосылуға қосымша, шабуылдаушы оның жұмысы кезінде туындаған трафикті ұстауға мүмкіндік береді. Қазіргі заманғы желілік құрылғылар WPA (Wi-Fi Protected Access) технологиясы және оның модификациялары (WPA2, WPA-PSK және т.б.) негізінде шифрлау мүмкіндігінің кең ауқымын қолдайды. Сымсыз желіде желілік трафикті шифрлау үшін мүмкіндік береді, сонымен қатар оған рұқсатсыз байланыстарды болдырмау үшін ғана емес, WPA технологиясын пайдалану: WPA қамтамасыз етілген сымсыз желіге қосылу үшін, клиент белгіленген әкімшісі кіру кілтін көрсетеді, желілік құрылғы бөлігі ретінде ол сымсыз желіге (сымсыз желі кіруге немесе керісінше) қол жеткізе алады, физикалық мекенжайлары (MAC-мекен-жайы) тізімін анықтауға болады. Сүзгіні MAC-мекенжайларымен анықтағаннан кейін, шифрлау алгоритмдерін пайдаланбастан сымсыз желіні пайдалануды шектеуге болады.

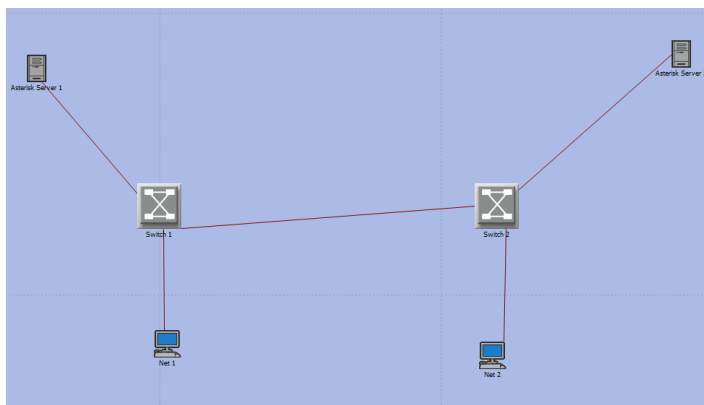
3.7 OPNET Modeler v.14 бағдарламасында IP-PBX AsteriskNow желісін модельдеу

Ақпараттық жүйелерді модельдеудің ең әйгілі және әмбебап құралдарының бірі - Opnet Modeler желілік симулятор. Бұл құрал түрлі желілерді модельдеуге мүмкіндік береді және дестелік ағындардың көрсеткіштерін, қызмет көрсету ағымы және басқа көрсеткіштер сияқты кең ауқымды шамаларды орнатады.

OPNET әртүрлі стандарттардағы желілік жабдықтардың (ATM, SONET, Ethernet) кітапханаларын қамтиды, шағын кеңселерден әлемге дейінгі ауқымда желілерді талдауға мүмкіндік береді.

Жоғарыда келтірілген желінің модельін құрайық. Стандартты Wi-Fi 801.11n жабдықтардың модельдерінің жетіспеушілігіне байланысты әдеттегі бұрылыс жұпты пайдаланатын ажыратқыштар арасында байланыс орнатамыз.

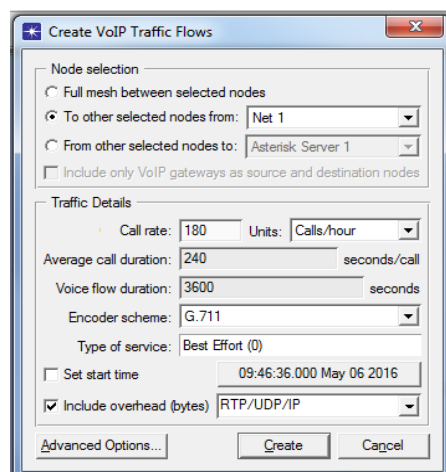
Желілік жұмыс станциясы түрінде ұсынылады, себебі жергілікті желі модельлері VoIP трафигімен жұмысты қолдамайды. Осы түйіннен қосымшаларды алу қарқындылығы бір тораптан алынған қосымшалардың қарқындылығы бойынша түйіндер саны өніміне тең болады. Бұл рұқсат етіледі, себебі ағындарды қосу қарапайым ағынның қасиеттерінің бірі болып табылады. Желінің орналасуы 3.18 суретте көрсетілген.



Сурет 3.18 – Желі сұлбасы

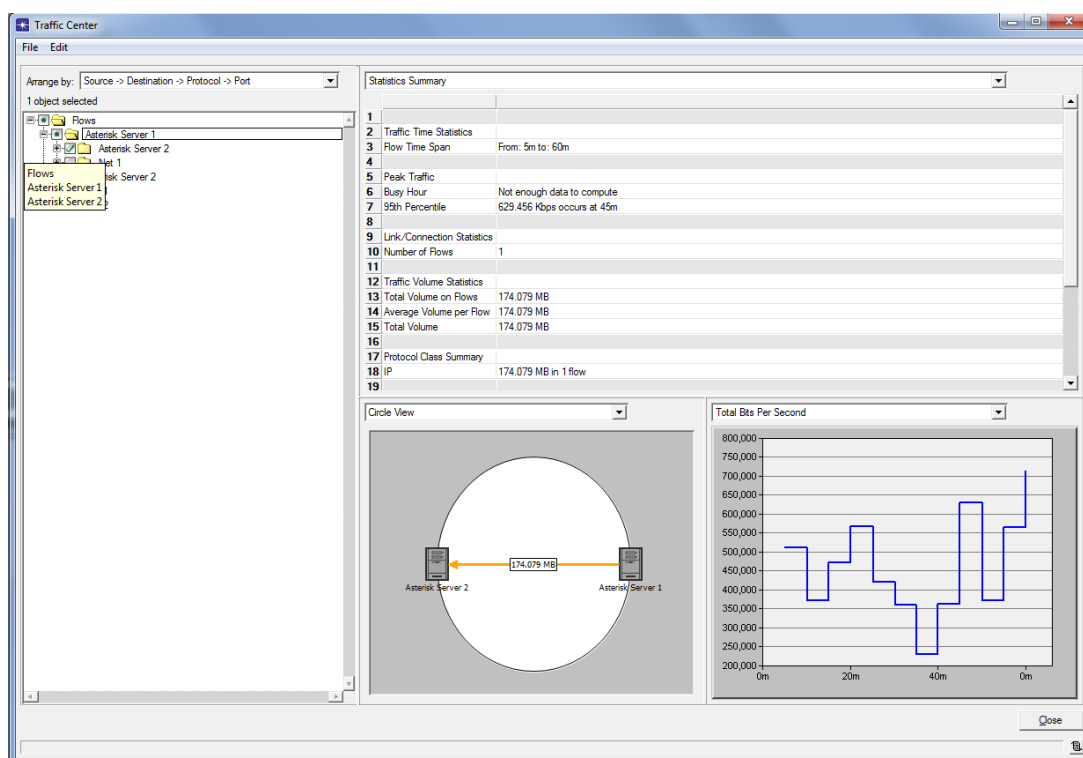
Әрі қарай трафик ағындары көрсетіледі. Бұл жағдайда Ctrl пернесін пайдаланып, тінтуірмен трафиктің арасында өтетін тораптар таңдалады. Мәзірдегі «VoIP ...» мәзір тармағы, содан кейін «Traffic» мәзіріндегі «Create Traffic Flows» ішкі мәзірінен таңдалады. Ағын көрсеткіштері мәтінмән терезесінде көрсетіледі. Asterisk (B2BUA) ұұрылымын ескере отырып, сәйкес желілердегі барлық ағындар тиісті серверлерге беріледі, содан кейін абоненттік базаға таратылады. Осылайша, ағындар пайда болады:

- Net 1 сағатына 180 шақыртуы бар ағын (сағатына 6 шақырту қарқындылығымен 30 абоненттен) Asterisk Server 1 (желіде 1 трафик), осыған ұқсас Net 2 Asterisk Server 2, сағатына 72 шақырту қарқындылығымен Asterisk Server 1 серверінен Asterisk Server 2 серверіне және керісінше Asterisk Server 1 серверінен Net 1 серверіне сағатына 108 шақырту қарқындылығымен тағы бір ағын (өзіндік трафик) және қарсы беттегі осыған ұқсас ағындар. 3.19 суретте Create VoIP Traffic Flows терезесінде ағындар құруға арналған мәтінмән көрсетілген. Мұнда трафик бағытын, шақырту қарқындылығын (эрланг немесе шак/сағ), сөйлесудің орташа ұзақтығын, кодекті, кадр атауын көрсетуге болады.



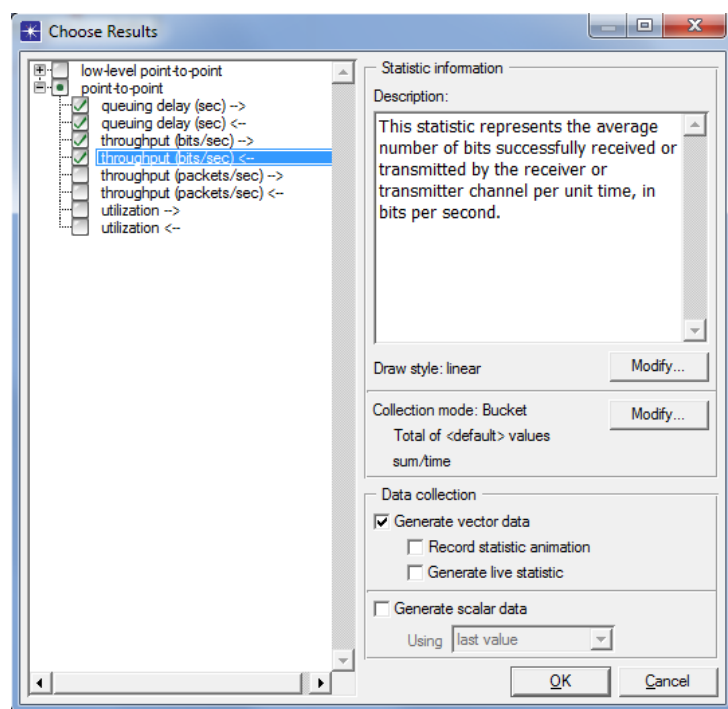
Сурет 3.19– Трафикті түзету терезесі

Құрылған ағындарды Traffic Center-де тексеруге болады (сурет 3.20):



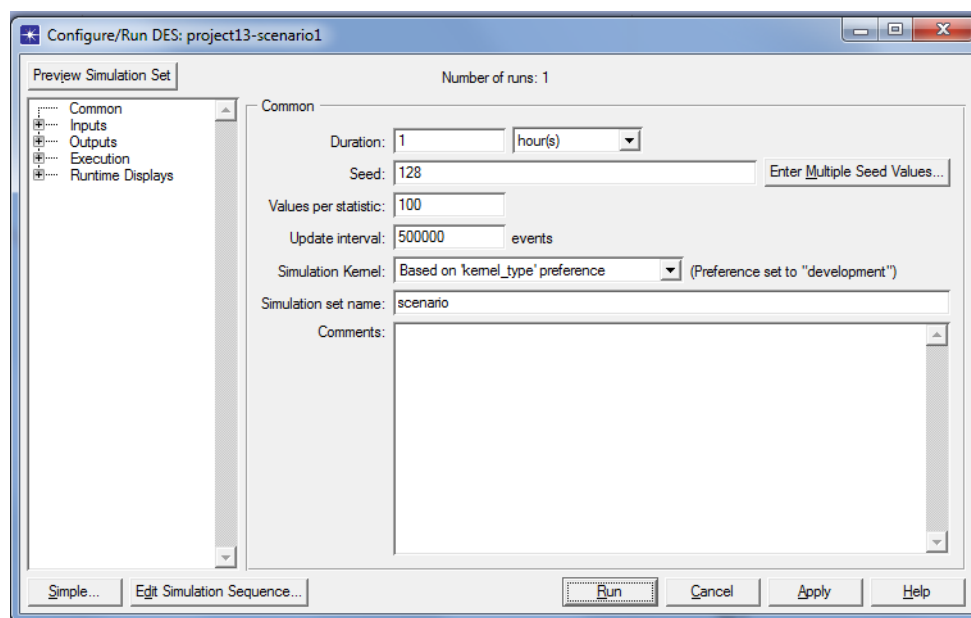
Сурет 3.20 – Traffic Center

Қажетті элементте статистиканы орнату, бағдарламаны іске қосу кезінде жиналуы қажет көрсеткіштерді таңдау үшін Choose Individual DES Statistics тінтуірмен таңдалады (сурет 3.20):



Сурет 3.21– Статистика таңдау

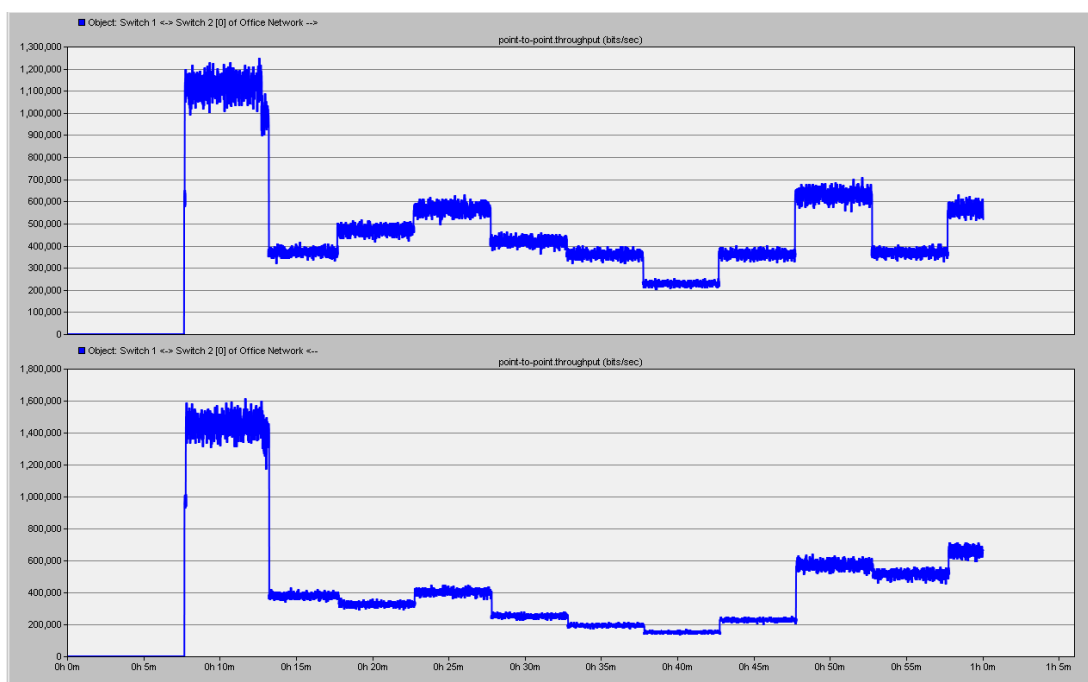
Желі жұмысының симуляциясы үшін 3.22 суреттегі тестілеу көрсеткіштері көрсетілген терезеден Configure/Run Discrete Event Simulation (DES) батырмасын пайдаланады.



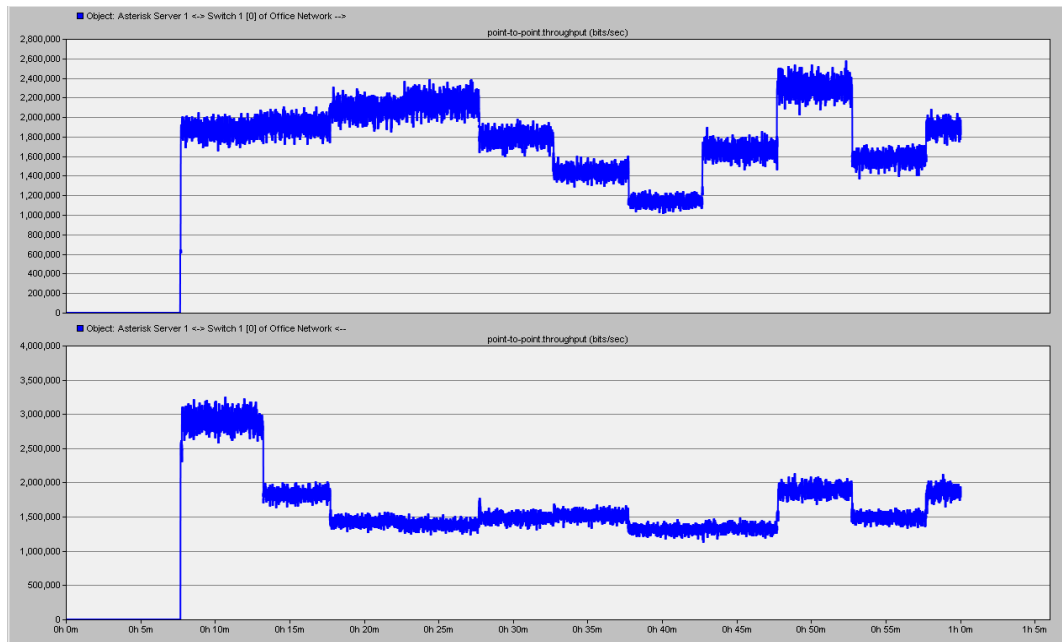
Сурет 3.22– Симуляцияны іске қосу және түзету терезесі

Run батырмасы симуляцияны іске қосады. Осыдан кейін тінтуірдің оң жақ батырмасымен зерттелетін элементті басып, «View Results» бөлімін таңдаймыз.

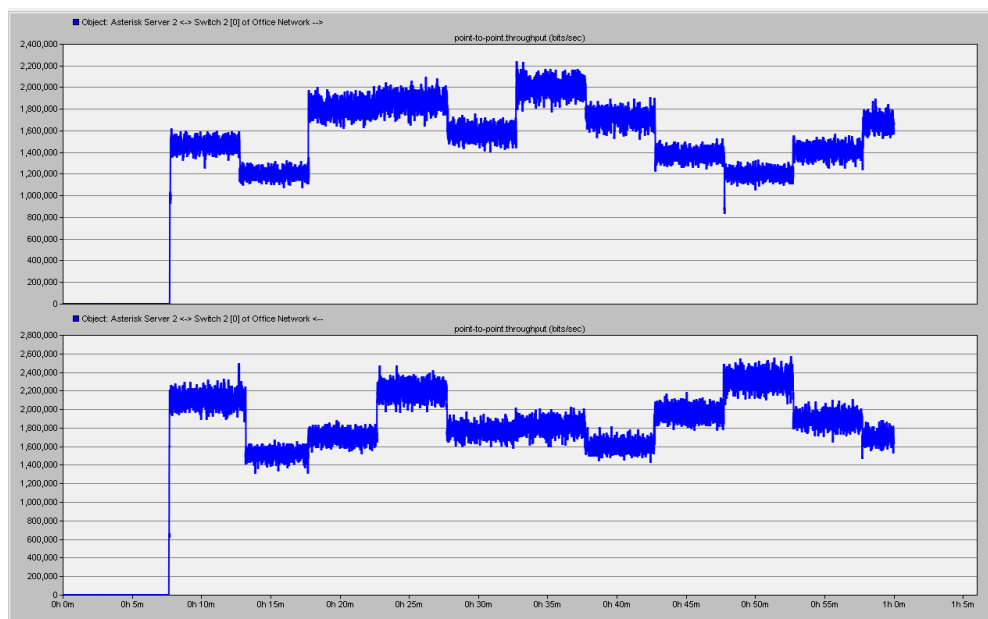
Еліктемлік модельдеу нәтижесінде 3.23-3.25 суреттерде көрсетілген статистикалар, кестелер алынған.



Сурет 3.23—Switch 1-ден Switch 2-ге бағытындағы коммутаторлар арасында магистральдік арна арқылы деректерді беру жылдамдығы



Сурет 3.24 – Switch 1-ден Asterisk 1-ге және керісінше бағыт арасында арна арқылы деректерді беру жылдамдығы

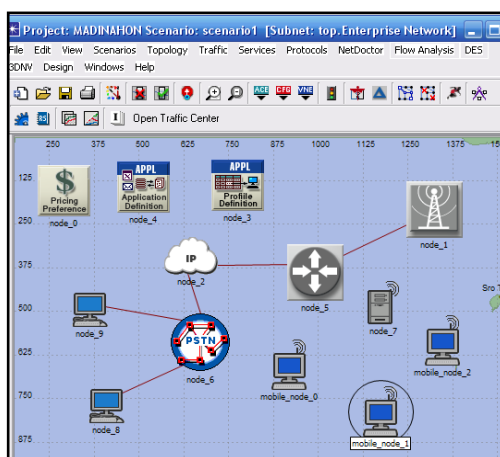


Сурет 3.25 – Switch 2-ден Asterisk 2-ге және керісінше бағыт арасында арна арқылы деректерді беру жылдамдығы

Жоғарыда келтірілген кестелерге сүйенсек, Asterisk арнасында деректерді беру жылдамдығы арнада 3,2 Мбит / с-тан, коммутаторлар арасында 1,6 аспайды, бұл IEEE 802.11n стандартының жылдамдықтарынан төмен.

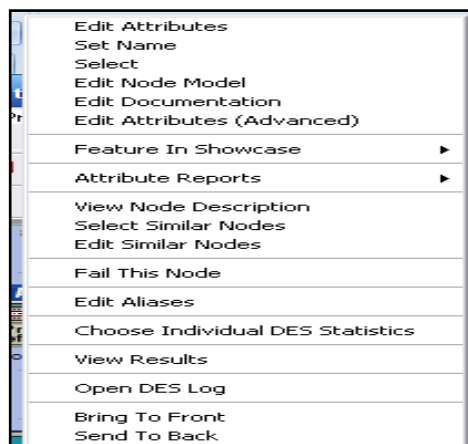
3.8 OPNET Modeler V.14 бумасында IP PBX Asterisk негізінде сымсыз жергілікті есептеу желісін модельдеу

IP PBX Asterisk негізінде жергілікті есептеу желісін модельдеу үшін тәжірибе жүргізу үшін, 3.26 суретте көрсетілген жұмыс үстелінде оның моделін жасаймыз [97].



Сурет 3.26 –IP PBX Asterisk негізінде Opnet Modeler v.14 бағдарламасының жұмыс аумағында ЖЕЖ моделінің терезесі

Edit-Preference-Repositories-OK басты мәзірінде IP PBX Asterisk негізінде құрылған ЖЕЖ модельдеу үшін бағдарламалар дестесін қолдану технологияларының деректер базасы ұсынылған. Әрі қарай Attributes (сурет 3.27) терезесінде PSTN (сервер, маршрутизатор және т.б.) желісі үшін желіні модельдеу компоненттеріне түзету жүргізіледі.

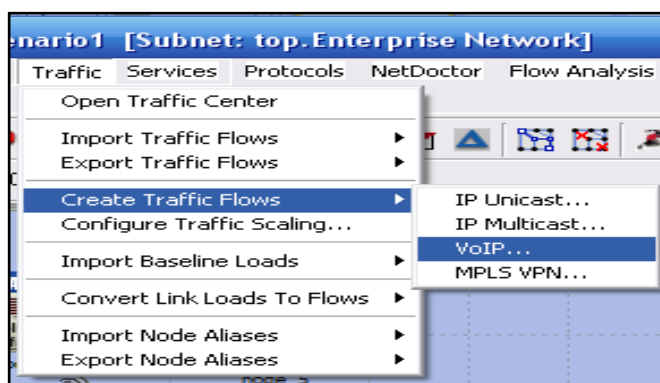


Сурет 3.27 –IP PBX Asterisk ЖЕЖ компоненттер жабдығын түзету терезесі

OPNET Modeler 14-те 4 түрлі трафикті түрлендірудің мүмкін:

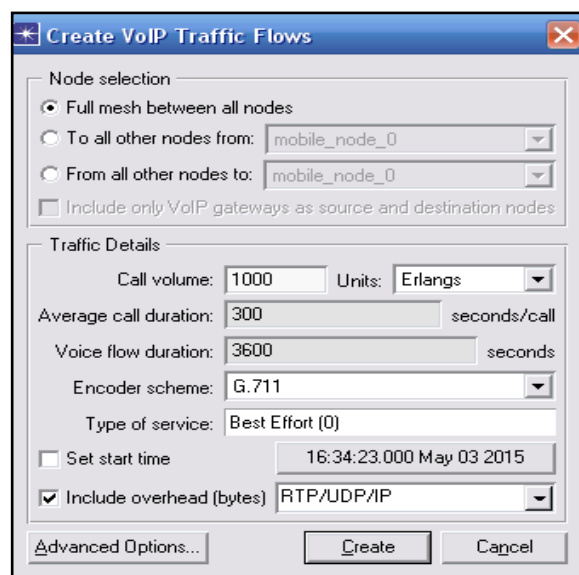
- IP Unicast;
- IP Multicast;
- VoIP;
- MPLS VPN.

Басты мәзірде трафик VoIP таңдалды: Traffic – Create traffic flows – VoIP (сурет 3.28).

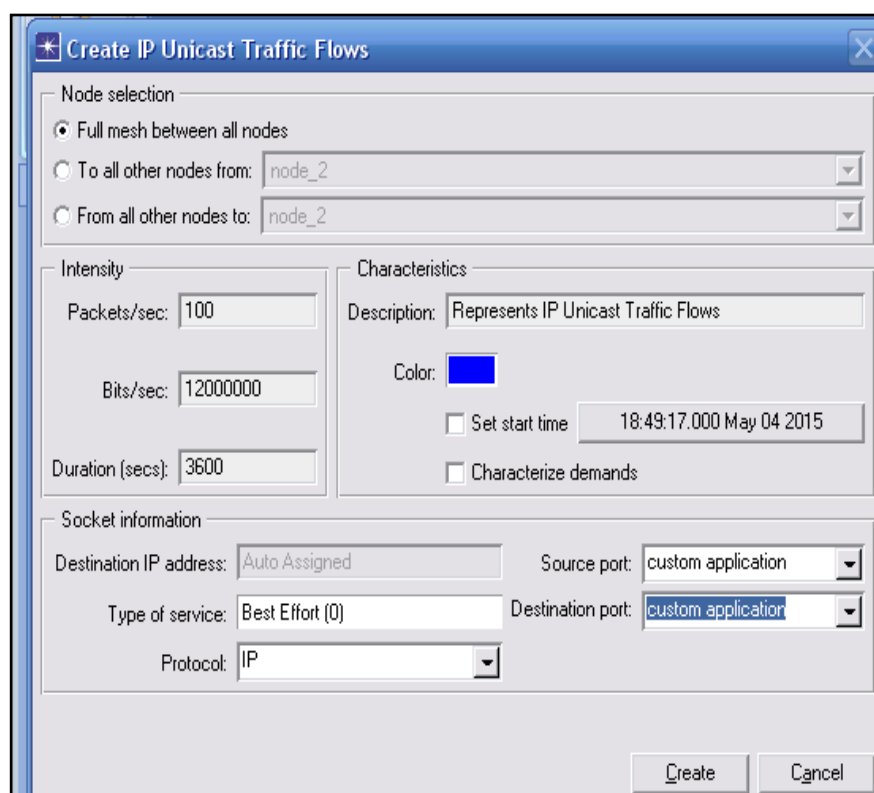


Сурет 3.28– Трафикті құру

Жасанды түрленетін трафикті енгізу үшін көрсеткіштерді таңдай - Set start time терезесінде «v» тәріздес белгімен белгілейміз, Create пиктограммасы іске қосылады. Осыған ұқсас, трафиктің басқа түрі де (IP Unicast) түрленеді., жүйенің шығыс деректері 3.29 және 3.30 суреттерде белгіленген.

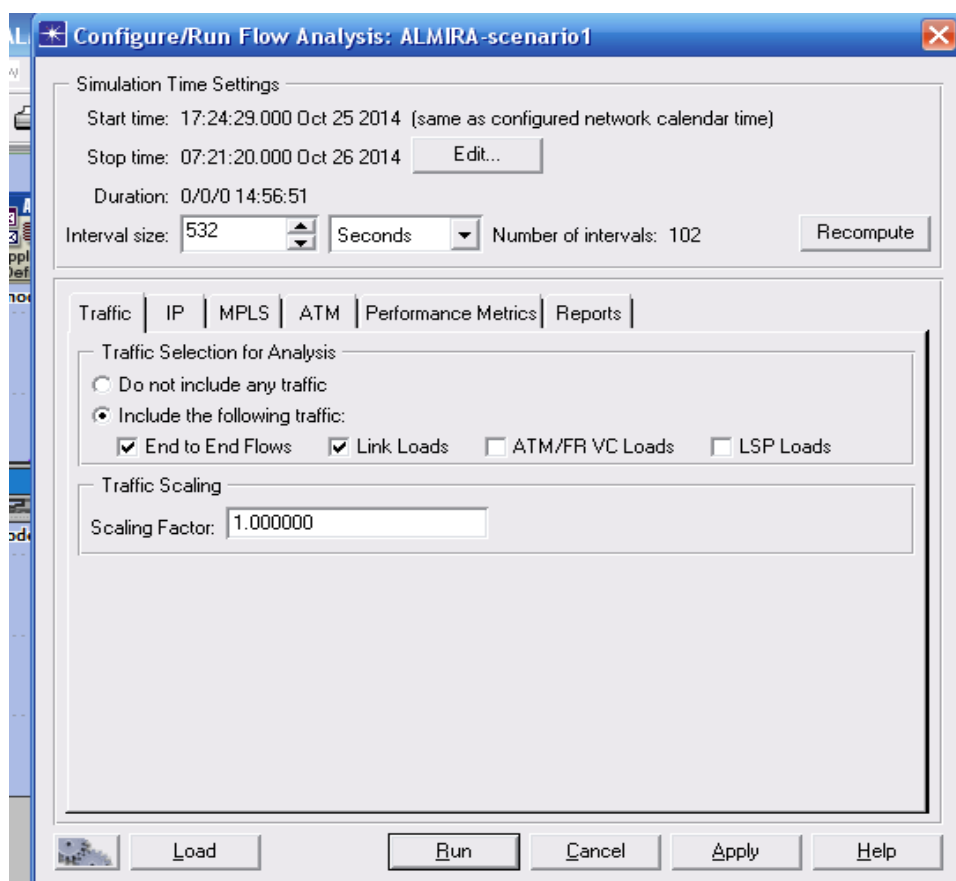


Сурет 3.29–VoIP жүктелімі бойынша модельдеу көрсеткіштерін теңшеу

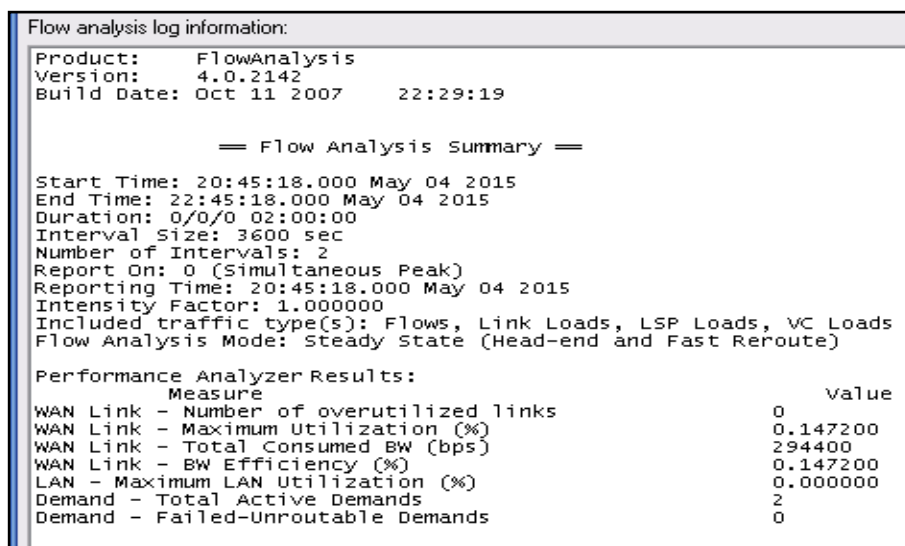


Сурет 3.30– IP Unicast жүкеу үшін модельдеу көрсеткіштерін бекіту терезесі

Модельді іске қоспас бұрын, бағдарламаның басты мәзірінде Configure/Run flow analiz бағдарламасын іске қосамыз (3.31 сурет). RUN батырмасы модельдеу нәтижелерін шығарады (сурет 3.32).



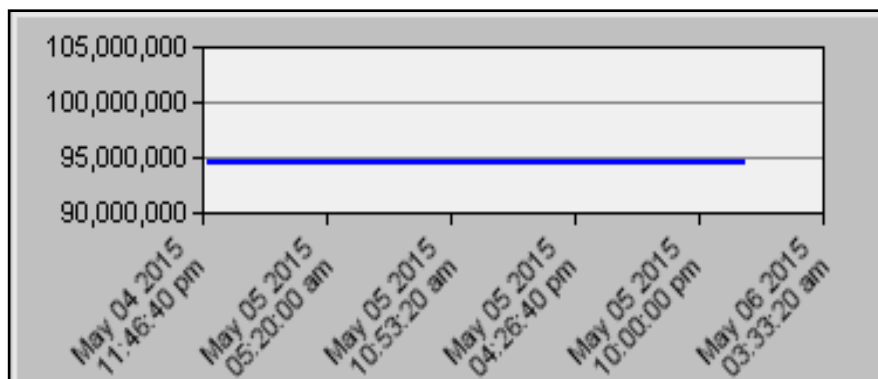
Сурет 3.31 – Модельді іске қосу көрсеткіштерін бекіту терезесі



Сурет 3.32 – Модельдеу нәтижелерінің терезесі

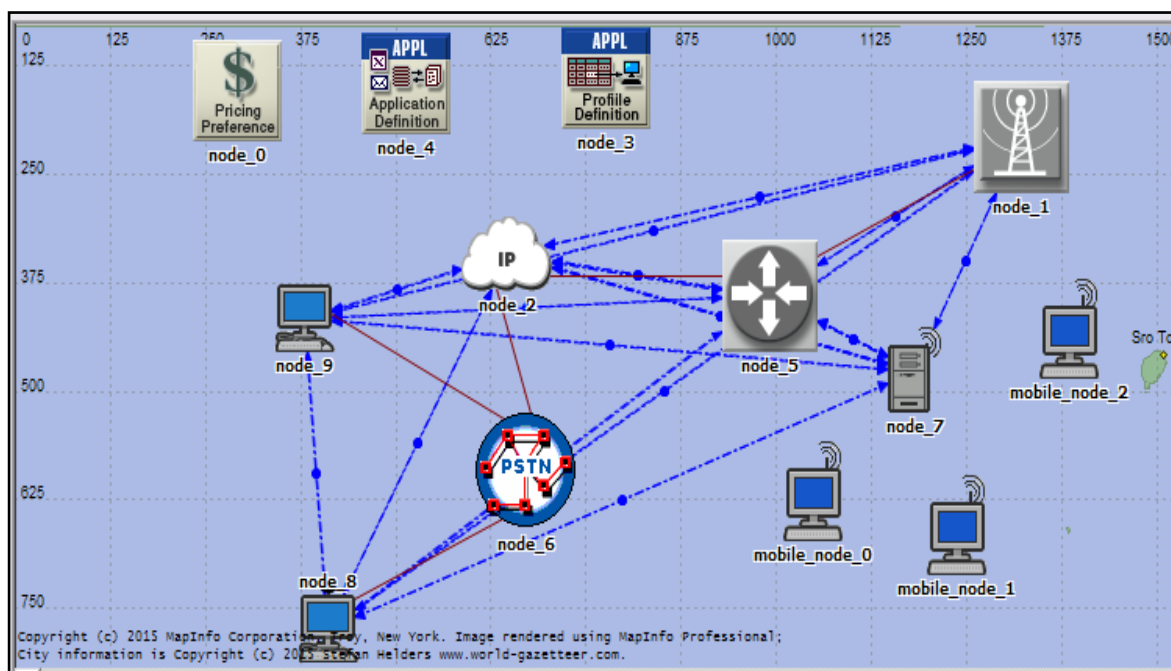
Жоғарыда айтылғандар негізінде, құрастырылған желі, жалпы алғанда, іске жаратылған дестелерге қарағанда аз жұмыс жасайтыны туралы, талап етілетін тиімділік желіні кеңейтуге мүмкіндік беретін жағдайы туралы қорытынды жасаймыз.

Енді модельдеу кезінде алынған статикалық деректерге көшейік. Бұл үшін TRAFIC басты мәзірінде Open traffic centure таңдалады және модельдеу нәтижесі алынады (сурет 3.33).



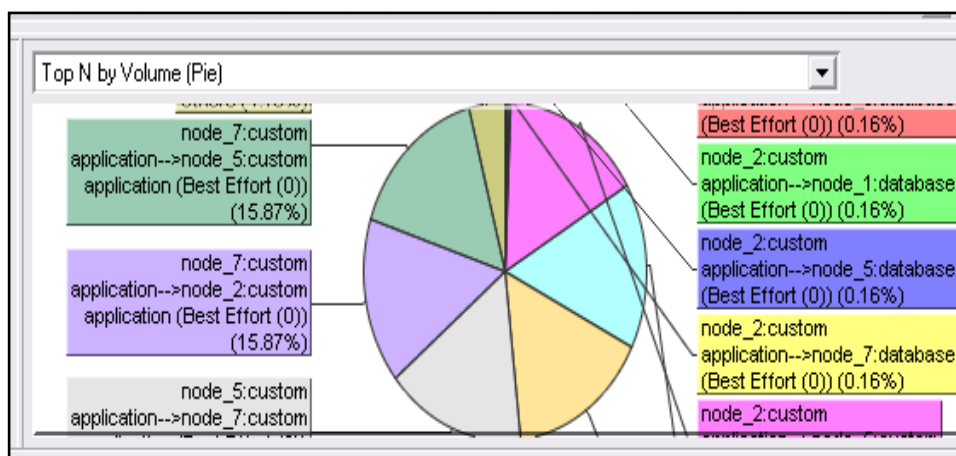
Сурет 3.33 – Модельдеу уақытында берілген трафик шамасы

Құрылған желі (сурет 3.34) тұрақты түрде жұмыс істейді, оған модельдеу кезінде жүктемін шамасы өзгермейтіндігі дәлел.



Сурет 3.34– Құрылғылар арасында байланыс терезесі

3.35 суретте желі компоненттерінің арасында іске қосылған тораптар байланысы көрсетілген.



Сурет 3.35– ЖЕЖ компоненттері арасында пайызбен берілген ақпаратты көрсету терезесі

Модельдеу кезде құрылған әзірленген әдіснамада, OpnetModeler v.14 бағдарламалар дестесінің негізінде Asterisk-дегі ЖЕЖ модельін жасауда трафикті таратудың әр түрлі заңдарын, сервердегі уақыт іркілісін, сол сияқты басқа да нақты жобалау кезінде қажет көрсеткіштерді көрсете отырып, желі өнімділігін зерттеуге болады.

3.9 NetCracker 4.1 бағдарламасында қашық тораптары бар құрылған желіні еліктемелік модельдеу

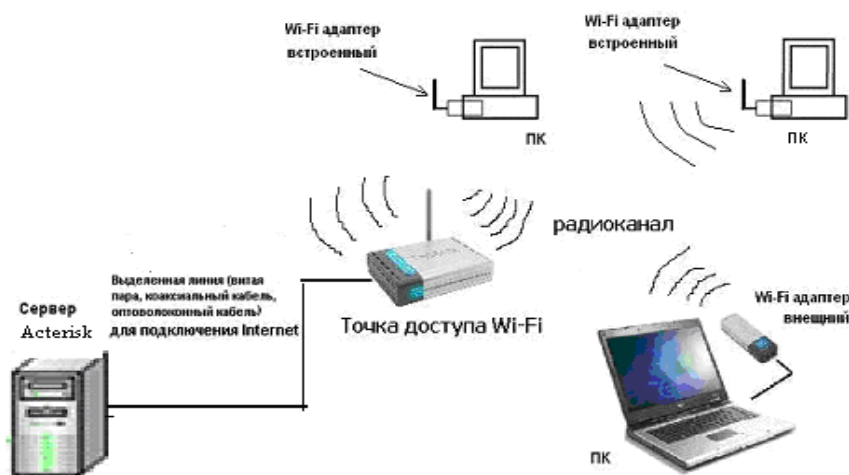
Мұнда келесі тапсырмалар шешілді:

- AsteriskNow негізінде ЖЕЖ құрылды;
- AsteriskNow негізінде ЖЕЖ екі торабына NetCracker 4.1 бағдарлама дестесінің негізінде еліктемелік модельі жасалды, трафик өту кезінде құрылған желі зерттелді, іскежаратылған дестелер пайызы мен басқа да сипаттамалар анықталды.

ТКЖ-де IP-PBX пайдалану өзекті мәселе болып табылады, сонымен қатар басылымда келтірілген фактілермен айқындалады. Жергілікті есептеу желілерін бағдарламалық AsteriskNow АТС негізінде желіге қойылатын барлық талаптарды ескеру қажет. Сондай-ақ, желіні еліктемелік модельдеу көмегімен мәселерлерді шешу де өзекті болып табылады, ол алдын-ала пайдалану және дамыту кезінде пайда болатын мәселелерді анықтап, әр түрлі жағдайларда желілік жабдықты сынауға, жаңа технологиялар мен механизмдерді зерттеуге мүмкіндік береді, ең бастысы, еліктеме модельдеу құралдарының арқасында қаржы құралдарын үнемдеуге болады.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы және тәжірибелік маңыздылығы AsteriskNow негізіндегі ЖЕЖ еліктемелік модельдеу әдістерімен, NetCracker 4.1 бағдарламасының жиынтығымен және нақты телекоммуникациялық желілерді жобалау кезінде осы техниканың нәтижелерін қолданудың ықтимал бағыттарымен анықталады. 3.36 суретте серверден, екі ДК-де және ноутбукта ұйымдастырылған желі қолданушыларынан, AsteriskNow сервері мен

пайдаланушыларды байланыстыратын қатынау орнынан құрылған желі бейнеленген.



Сурет 3.36–AsteriskNow серверімен сымсыз желі бойынша қатынау орны арқылы пайдаланушыларының байланысын ұйымдастыру сұлбасы

3.36 суретте көрсетілген құрылған сұлба құралдарының құрамы төменде:

- AsteriskNow сервері, бұл компьютер, сәйкес есептеу қуаты бар аппараттық құрылғы. Корпоративтік IP-телефонияда орнатылған БҚ жұмысын қамтамасыз етеді;
- сервер VoIP телефониясының негізгі элементі ретінде әрекет етеді – мұнда бағдарламалық AsteriskNow АТС, call центр және кеңсе телефониясының басқа компоненттері жұмыс жасайды. Дербес компьютерді сервер ретінде пайдалануға болады.

Asterisk сервері келесі компоненттерден тұрады:

- CentOS операциялық жүйесі;
- қатқыл дисктерден тұратын RAID-массив;
- Asterisk FreePBX дистрибутив.

Телефония сервері үшін міндетті түрде үздіксіз электрмен қамтамасыз ету құрылғысы - UPS қарастыру қажет. Ол серверді кернеу секірісінен қорғап қана қоймай, сонымен бірге, корпоративтік IP телефониясының үздіксіз жұмысын қамтамасыз етеді. Серверде прокси сервер мен файервол орнатылуы мүмкін. Бағдарламалық АТС негізінде кеңсе телефониясының қоңырауларды бағыттау ережелері, дауыс мәзірі, телефон сөйлесулерін жазу және т.б. көрсеткіштермен қажетті конфигурациясы жасалады. Дербес компьютер пайдаланушылардың қосымша міндеттерін шешеді, серверге клиенттің сұраныстарын қалыптастырады.

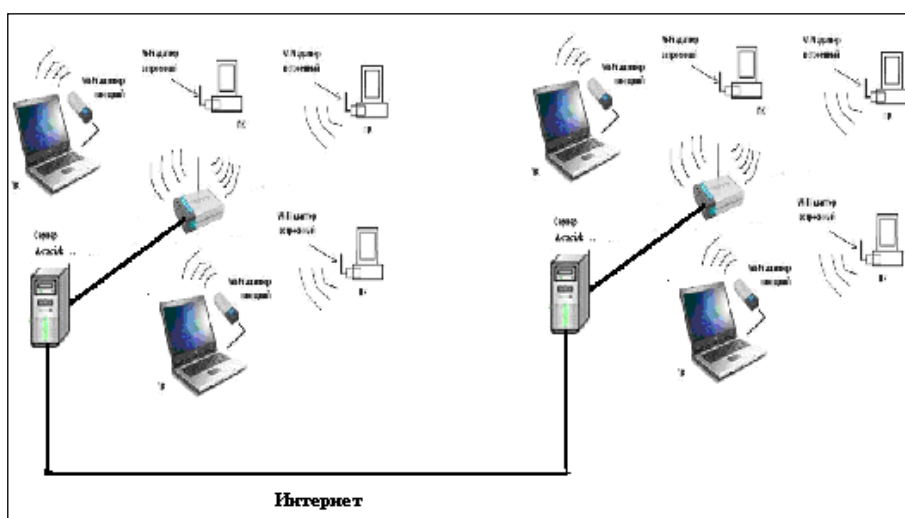
Сыртқы Wi-Fi адаптер – компьютерге ЖЕЖ басқа құрылғыларымен ақпаратты беру ортасы – радио арна мен желіні басқару құрылғысы арқылы өзара әрекет жасауға мүмкіндік беретін шеткері құрылғы. Адаптердің негізгі сипаттамалары:

Орнатылған Wi-Fi адаптер – бұл Wi-Fi желілік картасының қарапайым желілік карталардан еш айырмашылығы жоқ, тек кейбір теңшеу ерекшеліктері ғана бар. Wi - Fi желілік картасы сыртқы адаптердің сипаттамаларына ұқсас, ішкі PCI картасы ретінде бейнеленген.

Wi-Fi қатынау орындары – желі клиенттерін (сым және сымсыз) бірыңғай желіге біріктіруге мүмкіндік беретін құрылғылар. Басқаша айтқанда, Wi-Fi клиенттеріне арналған HUB (концентратор). Сым желісінің клиенттері үшін – сымсыз клиенттерге шығуға болатын мүмкіндігі бар.

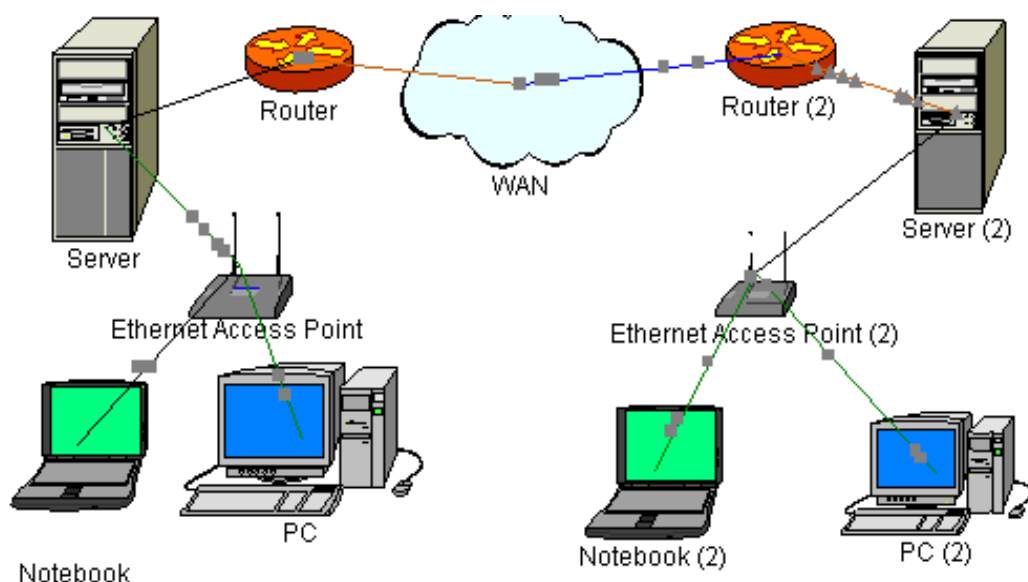
Қатынау орнына DHCP-сервер орнатылған, ол динамикалық IP-адресі жүзеге асырады, яғни, желі компьютерлеріне IP адрес бекітіп, желі арқылы жүретін ақпараттың таратылуын басқарады.

Екінші мәселені шешу үшін AsteriskNow негізінде екі ЖЕЖ байланысының сұлбасын келтірейік (сурет 3.37).



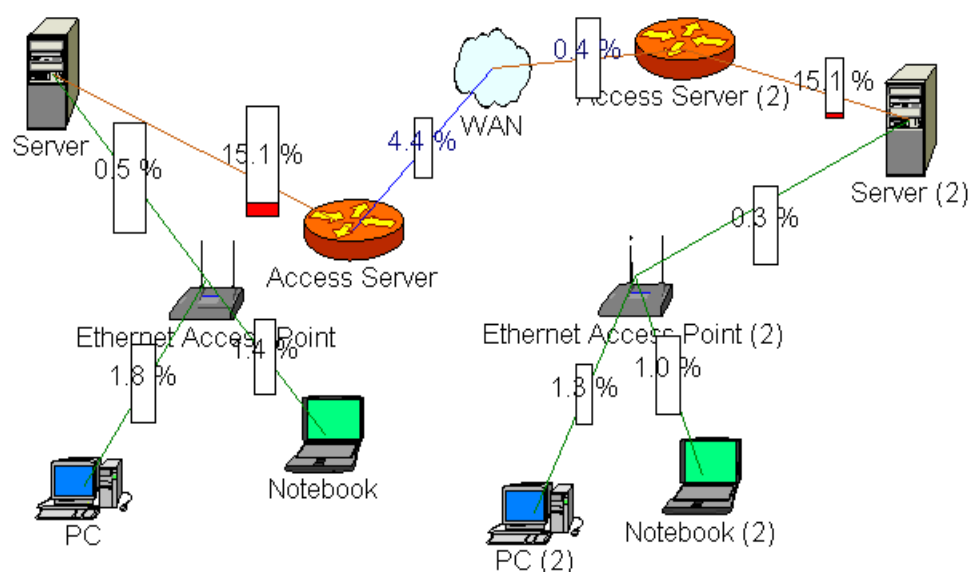
Сурет 3.37 –AsteriskNow негізінде екі ЖЕЖ байланысының сұлбасы

3.38 суреттегі құрылған сұлба қажет болған жағдайда құрылғылармен немесе басқа элементтермен толықтырылуы және өзгертілуі мүмкін. Құрылған еліктемелік модельге сынақ жасайық.



Сурет 3.38– NetCracker 4.1 дестесінде құрылған екі тораптан (ЖЕЖ) тұратын еліктемелік модель сұлбасы

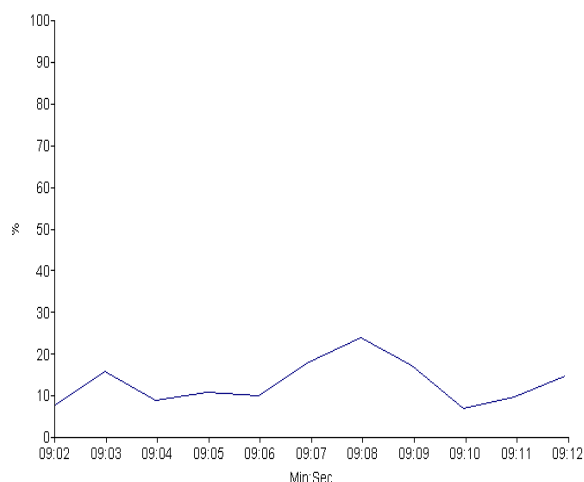
Іске жаралған десте трафиктерінің пайызын тарату бойынша статикалық деректерді әр түрлі құрылғылармен алу үшін келесі деректермен трафикті тарату заңын көрсетейік, 3.39:



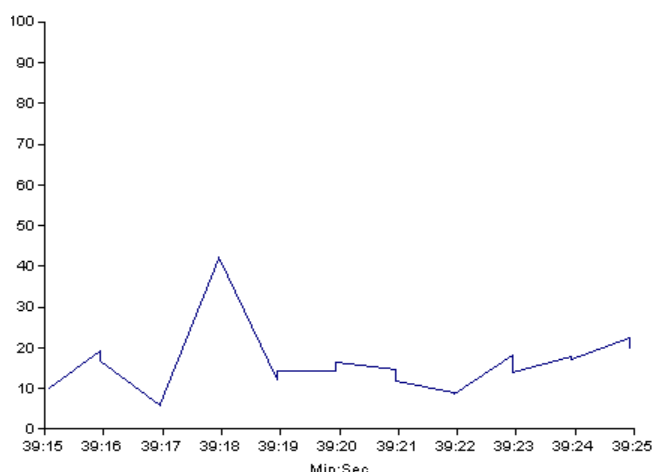
Сурет 3.39– Модельдеу кезінде телекоммуникациялар желісінің құрылғылар арасында трафикті экспоненциальді таратуды көрсету сұлбасы

- трафикті экспоненциальді тарату заңы;
- транзакттар арасында уақыт (дестелермен) 0,08 с;
- бума өлшемінің шамасын 50 бит тең деп аламыз;
- еліктемелік уақыт 10 с тең.

3.40 және 3.41 суреттерде тарату заңдарына (экспоненциальді және эрланг) сәйкес еліктемелік тәжірибе кезінде алынған іске жаралған дестелердің статикалық деректері көрсетілген [98].



Сурет 3.40– Экспоненциальді заң бойынша трафиктің таралуы



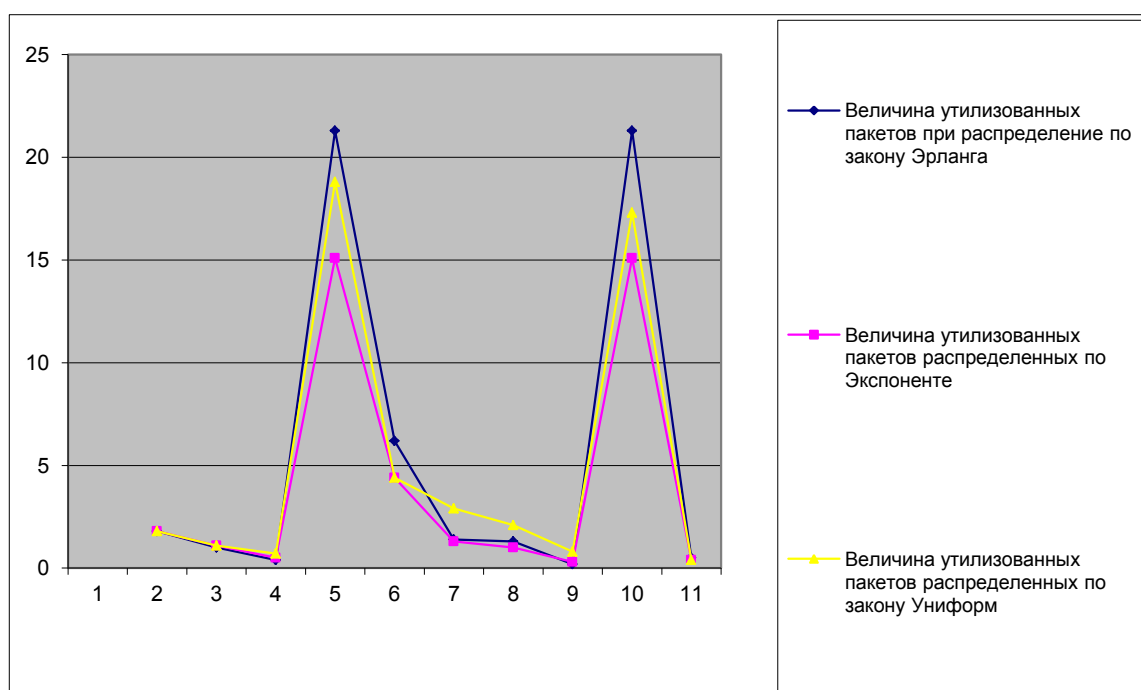
Сурет 3.41– Эрланг заңы бойынша трафикті тарату

Жоғарыда келтірілген суреттерден, эрланг заңы бойынша таратылған іске жаралған дестелер экспоненциальді заң бойына модельдеу кезінде 10-15 % артық болатынын көреміз. Сондықтан жобалау кезінде екі ЖЕЖ арасындағы трафиктің экспоненте бойынша таратылатынын ескеру қажет.

3.1 кестеде экспоненциальді, эрланг және униформ таратылуы кезінде іске жаралған дестелерге жүргізілген талдаулардың негізінде еліктемелік тәжірибе нәтижелері келтірілген, ал 3.42 суретте салыстырмалы талдау үшін әр түрлі тарату кестелері көрсетілген.

Кесте 3.1– Іске жаралған дестелер пайызының статикалық деректері

Әр түрлі құрылғылар арасында іске жаралған дестелер пайызы		
Эрланг заңы бойынша тарату кезіндегі іске жаралған дестелер шамасы	Экспоненте заңы бойынша тарату кезіндегі іске жаралған дестелер шамасы	Униформ заңы бойынша тарату кезіндегі іске жаралған дестелер шамасы
1,8	1,8	1,8
1	1,1	1,1
0,4	0,5	0,7
21,3	15,1	18,8
6,2	4,4	4,4
1,4	1,3	2,9
1,3	1	2,1
0,2	0,3	0,8
21,3	15,1	17,3
0,5	0,4	0,4



Сурет 3.42– Іске жаралған дестелер кестелері

Жоғарыда айтылғандардан, маршрутизатордан кейін көп іске жаратылатын дестелердің болатыны көрініп тұр. Мұның себебі, маршрутизатор барлық дестені өңдей алмайтындығында, тағайындалу адрестері сәйкес келмеген дестелер маршрутизатор тексерген соң лақтырылады. Сонымен қатар, іске жаралған дестелер пайызы трафик Эрланг заңы бойынша таратылған кезде

үлкен болатыны көрінеді, яғни, дестелер Эрланг заңы бойынша пайда болған кезде, дестелер арасындағы уақыт та эрланг заңы бойынша таралады, содан кейінгі аз мөлшердегі іске жаралған дестелер Uniform заңы бойынша таралады, ал жоғалған трафиктердің ең кіші шамасы экспоненциальдік заңы бойынша таралады (диаграммада қызыл күрең түспен белгіленген).

Екінші кезеңмен жұмыс жасау кезінде:

- AsteriskNow АТС негізінде ТКЖ тораптарынан ЖЕЖ сұлбасы құрылған;
- екі торап байланысының сұлбасы құрастырылды, олардың әрқайсысында қашықтықта орналасқан, AsteriskNow АТС негізінде ЖЕЖ жобаланады;
- NetCracker 4.1 бағдарламалар дестесінің негізінде еліктемелік модельдеу құралдары таңдалды;
- Модельде тәжірибелер жасау үшін, NetCracker 4.1. негізінде құрылған AsteriskNow АТС негізінде екі тораптың еліктемелік моделі құрылды.

Тәжірибе нәтижелері келесіні көрсетеді:

- көп іске жаралған дестелер саны маршрутизатордан соң болады. Себебі, маршрутизатор барлық дестені өңдей алмайтындығында, тағайындалу адрестері сәйкес келмеген дестелер маршрутизатор тексерген соң лақтырылады;

- іске жаралған дестелер пайызы трафик Эрланг заңы бойынша таратылған кезде үлкен болатыны көрінеді, яғни, дестелер Эрланг заңы бойынша пайда болған кезде, дестелер арасындағы уақыт та эрланг заңы бойынша таралады, содан кейінгі аз мөлшердегі іске жаралған дестелер Uniform заңы бойынша таралады, ал жоғалған трафиктердің ең кіші шамасы экспоненциальдік заңы бойынша таралады.

Үшінші бөлім бойынша тұжырым

1. Осы тарауда әр түрлі баспа көздеріне шолу жүргізу негізінде телетрафик теориясының негізгі түсініктері берілген.

2. Ақпараттық желілерде трафиктің классикалық моделі пуассон (қарапайым) ағыны болып табылатыны көрсетілген.,

3. Статистика бағдарламасында эмпирикалық қатар шақыртулары арасында аралықтарды таратудың кездейсоқ шамасының мәндері есептелді. Мұнда, математикалық күту мәні орташа ауытқу мен вариация коэффициентіне тең.

4. Колмогоров-Смирнов (D статистика) келісімінің белгісі бойынша қалыптылыққа бағалау жүргізілді. Колмогоров-Смирнов ($D_{\max}$) белгісінің критикалық мәні шақыртулар 60-қа тең болғанда, арасында тарату қатары $p=0,01$ мәні үшін $p=0,05$ және 0,2101 болғанда 0,1753-ге тең. $D_{\text{экспер}}=0,16291$ және $D_{\text{критич}}=0,2101$ аз болғанда, эмпирикалық тарату қалыпты екені туралы болжам қабылданады.

5. Шапиро-Уилк қалыптылық белгісін бағалау, эмпирикалық қатардың қалыпты заң бойынша таралатындығын көрсетті. $W=0,90042$; $p=0,00014$ алынған нәтижелер бойынша, нөлдік болжам таратылудың қалыпты екенін көрсететіндігін білдіреді, ол егер p статикалық мәні $p>0,05$ шарты

орындалғанда және W ($W > 0,9$) үлкен мәндерінде қабылданады. Альтернативтік болжам қабылданбайды.

6. Қоңыраулар арасында аралықтар «хи шаршы» белгісінің көмегімен экспоненциальді заң бойынша таралатындығына тексеріс жүргізілді. Біздің зерттеу үшін бос кеңістік дәрежесін $K=59$ және $p=0,05$, $p=0,01$ деп аламыз, критикалық мәндері 67,5 және 76,2 тең. Барлығының тәжірибелік мәні 6,36349 тең. Зерттелетін қатар экспоненциальді таратуға ие, себебі, критикалық мән тәжірибелік деректерден бірнеше есе үлкен. Айырмашылықтар дұрыстығы туралы қорытындыны тәжірибелік мән χ^2 критикалық мәннен үлкен болғанда ғана жасауға болады.

7. CommView for WiFi бақылау және талдау бағдарламасының негізінде дайындалған сымсыз желі зерттелді. Видеоконференция сессиясының үдерісінде дайындалған желіге ноутбуктан шабуылдар сериясы жүргізілді. CommView for WiFi бағдарламасы эфирге берілетін желілік дестелер ұсталымын және дестелер сарабын жүзеге асырды. Шабуыл нәтижесінде видеоконференция қатысушыларының MAC-адрестері, осы дестеде жасалынғандар саны, шифрлеу амалы, желілік трафиктің әртүрлі статистикасы (мысалы, сәйкес келетін MAC-адресі бойынша қабылданған және жіберілген кадрлардың есептері) анықталды.

8. OPNET Modeler v.14 бағдарламасында дайындалған желінің еліктеу үлгісі құрылды. Сонымен қатар Сонымен қатар, әртүрлі жүктемелер жіберілмеді және трафикті талдаудың статистикалық деректері және желілік компоненттер арасында деректерді беру жылдамдығының графикасы алынды. Сонымен қатар, дамыған желі тұтастай қайта өңделген дестелердің бірқатары жұмыс істеп жатқандығына қарамастан, желінің кеңеюіне мүмкіндік беретін қажетті тиімділік әлі де болса, дамыған желінің құрамдас бөліктері арасындағы функционалды байланыстарды көрсетеді.

9. NetCracker 4.1 бағдарламасында екі локальді-есептеуіш сымдардың дайындалған сымсыз желіде алмасуын модельдеуі жүзеге асырылған. Жүргізілген эксперимент роутерден кейін ең көп қайта өңделген дестелердің алынғандығын көрсетті. Бұл бағдарлауыш барлық дестелерді өңдей алмайтындығына байланысты, сонымен қатар, осы желіде сәтсіз мақсаттағы мекенжайлары бар дестелер бағдарлауыш арқылы тексерілгеннен кейін жойылады. Тыйым салынған дестелердің ең көп пайызы Эрланг заңына сәйкес бөлінген кезде, яғни Эрланг заңына сәйкес дестелер пайда болғанда және уақыт Эрланг дестелерінің арасында дестелер арасында бөлінгенде алынады. Бірыңғай заңға сәйкес бөлінген дестелерге келетін болсақ, қайта өңделген дестелердің саны біршама аз, ал ең аз мөлшердегі қозғалыс трафигі экспоненталық болып табылады, бұл ең қарапайым ағын нақты дамыған желіде орын алатындығын растайды.

4 IP-ТЕЛЕФОНИЯ ЖЕЛІСІН ДЕРЕКТЕРДІ ҚАҒЫП ӘКЕТУДЕН ҚОРҒАУ

4.1 Құрылған желідегі деректерді қағып әкетуден қорғау

Қазіргі уақытта ақпараттық технологиялар маңызды рөл атқарады. Жалпы ақпарат тұтастай алғанда құнды, ал қазіргі заманғы технологиялар әлемнің кез-келген жеріне өте жылдам және қымбат жабдықты және жабдықты пайдаланбай жеткізуге мүмкіндік береді. Шын мәнінде, адамзат ақпараттық жасқа енеді. Сондықтан, ақпаратты тарату және қабылдау мәселелері бірінші кезекте.

Дәстүрлі телефон желілерінен IP-телефония желілеріне көшу бар. Жаңа желілер арасындағы негізгі айырмашылық - коммутация принципі, яғни дестелік коммутацияны пайдалану. Телефония күрделі құрылымнан үлкен көлемдегі жабдық пен персоналмен мәліметтер желісі қызметтерінің біріне айналды. IP-телефонияны пайдалану клиентке көптеген мүмкіндіктерді және қызметтердің ең төменгі бағасын береді. Олар желіге қосылған кез келген абонентке (мысалы, Интернетке) дауыстық және бейне беру қызметтерін ұсынады [99].

Ең көп тараған IP телефония жүйелерінің бірі Asterisk IP-телефония жүйесі болып табылады. Бұл жүйе IP-телефонияның әртүрлі хаттамаларымен жұмыс істеуге мүмкіндік береді, көптеген қызметтерді ұсынады, жақсы бағдарламаланған және өте таралған [100-103].

Бұл хаттама қарапайым (HTTP (HyperText Transfer Protocol) хаттамасына жақындығы), көлік хаттамаларынан тәуелсіз, TCP / IP протокол стекімен интеграциялау, басқа хаттамалармен жұмыс істеу мүмкіндігімен ерекшеленеді. Asterisk SIP хаттамасын қолдайды және бұл хаттама жиі пайдаланылады. Осы себептен, осы бапта аталған телефония хаттамасы қарастырылады.

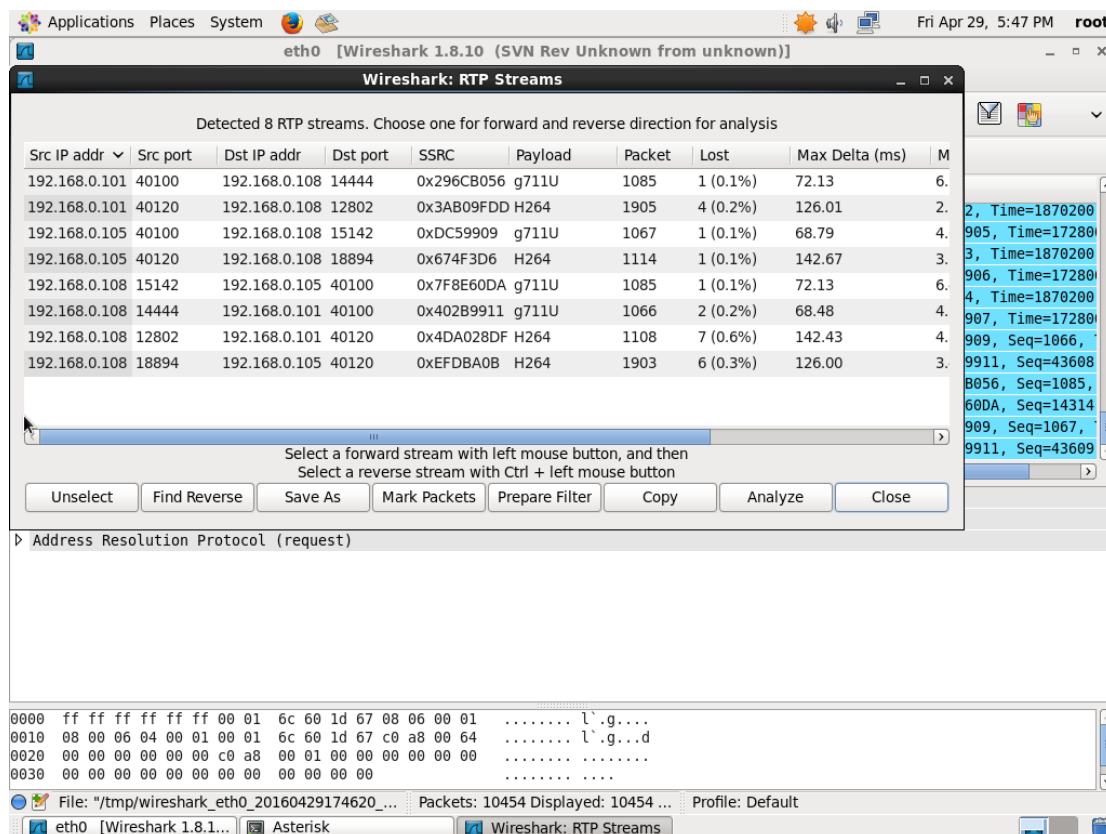
Ақпараттың бағасы өсе келе, оны қорғау қажеттілігі де бар. Абоненттердің құпиялылығын қамтамасыз ету үшін күресуге тура келетін ақпаратты ұстап қалудың көптеген жолдары бар. Пайдаланушы деректерінің осалдығын көрсету үшін Wireshark бағдарламалық жасақтамасын пайдаланамыз [104, 105].

Wireshark - ең танымал және қазіргі заманғы желілік анализаторлардың бірі. Ол трафикті ұстап тұра алады, кадрларды, дестелерді және т.б. тақырыптарды талдайды. және тікелей жіберілген деректерді көру үшін. Бағдарлама көптеген ерекшеліктер бойынша трафикті талдауға қабілетті. Атап айтқанда, аудио және бейне ағындарын тануға және беруге болады. Енгізілген құралдар деректер ағындарын бөлуге және оларды ыңғайлы форматта ұсынуға мүмкіндік береді (бұл аудио, бейне үшін деректер блогы ретінде сақталуы және пішімделуі мүмкін) [106].

Осындай ұстап қалу мысалын қарастырайық [107, 108]. Бұл үшін Asterisk пайдаланушыларының арасында шифрлеусіз қоңырау жүзеге асырылған болатын. IP-телефония серверінде орналасқан Wireshark деректерді ұстап қалуды жүзеге асырады. Ұсталып қалған деректерді бақылау нәтижесінде келесілер шықты.

Алдымен SIP хаттамасының кадрларын қадағалауға болады, оларды (пайдаланушы деректерін қоса) көре аласыз. Кілтсөз MD5 алгоритмімен шифрланады, сондықтан ол ашық түрде оқылмайды, бірақ пайдаланушылардың белсенділігін бақылауға болады.

Екіншіден, әңгімелердің өздерін ұстап алуға болады. Wireshark-ке қоңырау шалғаннан кейін «Telephony» мәзірі таңдалады және онда «RTP» және «Show all streams» тармақтары таңдалады. Бағдарлама ағындарды көрсетеді (сурет 4.1):



Сурет 4.1 – Wireshark-пен ұсталған RTP ағындары

«Analyze» батырмасын басы арқылы Wireshark кадрлардағы таңдалған ағынды талдауды қамтамасыз етеді. Бұл жағдайда ағымды үнемдеуге болады (Save payload батырмасы). Ағын қысылмаған (.raw) пішімінде немесе аудио форматында (.au) сақталуы мүмкін (соңғы G.711 аудио кодегі үшін жарамды).

Жоғарыда айтылғандарға қарағанда, пайдаланушы трафигін қорғау үшін қосымша шаралар қажет. Asterisk телефонияны ұстап қалудан қорғау тетіктерін ұсынады. Ол үшін TLS және SRTP қосылымы қолданылады.

TLS (Transport Layer Security) - қауіпсіз қосылуды орнату арқылы дестелік желілер арқылы берілетін ақпаратты қорғауды қамтамасыз ететін OSI моделінің бесінші сеанстық деңгейінің хаттамасы.

Хаттама төменде жұмыс істейді. Клиент сервермен байланыс орнатуға сұрау жібереді, сондай-ақ қол жетімді шифрлау хаттамалары туралы ақпаратты жібереді. Бұл ақпаратты алған сервер қауіпсіз қосылым параметрлерін

анықтайды (шын мәнінде ол ең жақсы алгоритмді таңдайды). Осыдан кейін ол клиентке ашық кілтті куәландырады. Клиент кездейсоқ деректер тізбегін ашық кілтпен шифрлайды және оны серверге жібереді. Сервер жүйелі түрде шифрды шешеді және қателер мен сәтсіздіктер болмаған кезде қауіпсіз байланыс орнатылады [109].

Хаттама асимметриялық шифрлауды қолданады. Бұл дегеніміз, ашық кілтпен шифрланған деректер құпия кілті бар бір тараптан ғана шифры болуы мүмкін дегенді білдіреді. Бұл жағдайда бұл жағы сервер болып табылады.

SRTP (Secure Real-time Transport Protocol) - бұл деректерді шифрлаудан қорғауға және RTP хаттамасы арқылы берілетін деректердің тұтастығын сақтап қалуға арналған көлік деңгейінің хаттамасы. AES шифрлары (Advanced Encryption Standard) қолданылады. TLTP хаттамасын пайдалану қауіпсіз SRTP арнасын құру үдерісін қорғау үшін қажет.

Asterisk осы хаттамаларды арнайы модульдер есебінен, атап айтқанда `res_srtp.so` модулін пайдалану арқылы пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл модуль бірнеше үлестірулерге біріктірілген (мысалы, AsteriskNow) және қолдануға дайын. Егер Asterisk бөлек орнатылса, осы модульді алу және осы модульмен Asterisk қайта құру керек.

Сетификаттарды түрлендіру үшін `ast_tls_cert` скрипті қарастырылған. Бірінші скрипті жүктеп алу қажет, ол `wget http://svn.asterisk.org/svn/asterisk/branches/11/contrib/scripts/ast_tls_cert` командасымен жүзеге асырылады. Это позволит загрузить скрипт из svn-хранилища данных Asterisk деректер svn-қорынан скриптіжүктеуге мүмкіндік береді. Скрипт команда бермес бұрын кірілген бумаға жүктелетінін ескерткен жөн.

Жүктеген соң оны пайдалануға көшеміз. Скрипт жүктелген бумадан `./ast_tls_cert -C 192.168.0.106 -O kontora -d /etc/asterisk/keys` командасын іске қосамыз. 192.168.0.106 мекенжайындағы сервер үшін сертификат түрлендіреді. , ұйым атауы `kontora`, `/etc/asterisk/keys` директориясына.

Әрі қарай клиенттер үшін сертификаттар шығару қажет. `./ast_tls_cert -m client -c /etc/asterisk/keys/ca.crt -k /etc/asterisk/keys/ca.key -O kontora -d` командасын іске қосамыз. `/etc/asterisk/keys -o 5002`. 5002 клиенті үшін `kontora` ұйымының `ca.crt` сертификаты мен `ca.key` кілті үшін шығарылған кілтті аламыз.

`/etc/asterisk/keys` бумасында келесі файлдар орналасқан: `asterisk.key`, `asterisk.csr`, `asterisk.crt`, `asterisk.pem`, `5002.pem`, `5002.key`, `5002.csr`, `5002.crt`, `ca.key`, `ca.crt`, `ca.cfg`, `tmp.cfg`.

Әрі қарай сервердің өзін орнатамыз. Барлық өзгерістер `sip.conf` файлына, `general` секциясына енгізіледі:

```
[general]
tlsenable=yes
tlsbindaddr=0.0.0.0:5061
tlscertfile=/etc/asterisk/keys/asterisk.pem
tlscacfile=/etc/asterisk/keys/ca.crt
```

```
tlscipher=ALL
tlsclientmethod=tlsv1
tlsdontverifyserver=yes
bindaddr=192.168.0.106
externaddr=192.168.0.106
videosupport=yes
```

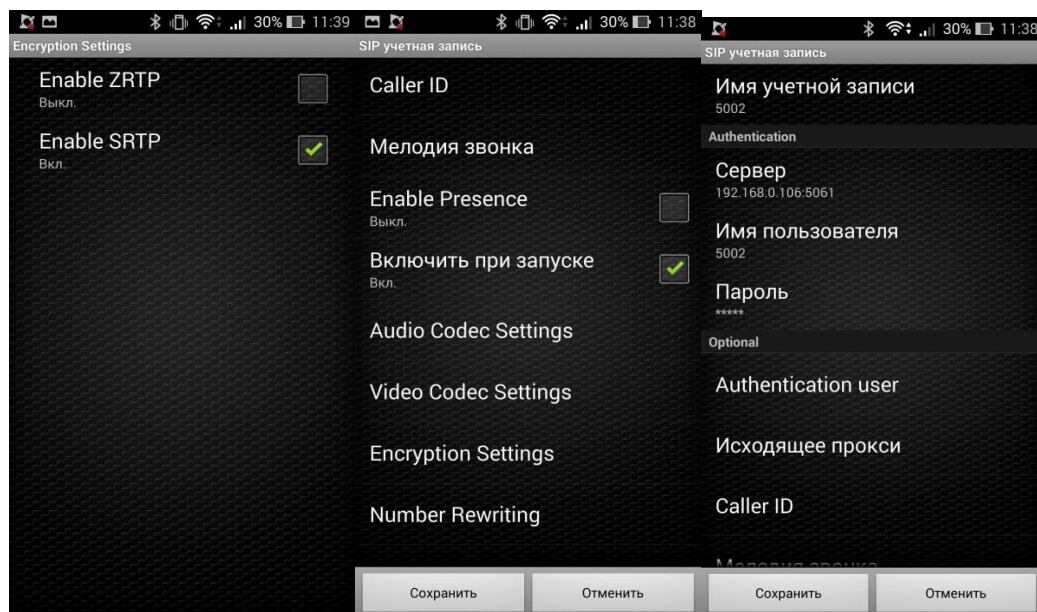
Мұнда TLS қолдауын орнатып, адрес пен портты, сертификатты және негізгі файлдарды орнатып, шифрлауды қосамыз және Asterisk үшін қосымша пәрмендерді енгіземіз. TLS жұмысын openssl s_client -connect 127.0.0.1:5061 командалармен тексереміз. Шифрлау көрсеткіштері, сертификат, кілті бар командалық шығыс болуы керек. Клиенттерді орнатамыз:

```
[5002]
type=friend
secret=12345
host=dynamic
context=local
disallow=all
allow=ulaw
allow=h264
transport=tls
encryption=yes
```

Мұнда біз TLS және шифрлауды қолданамыз (SRTP-ні қосамыз).

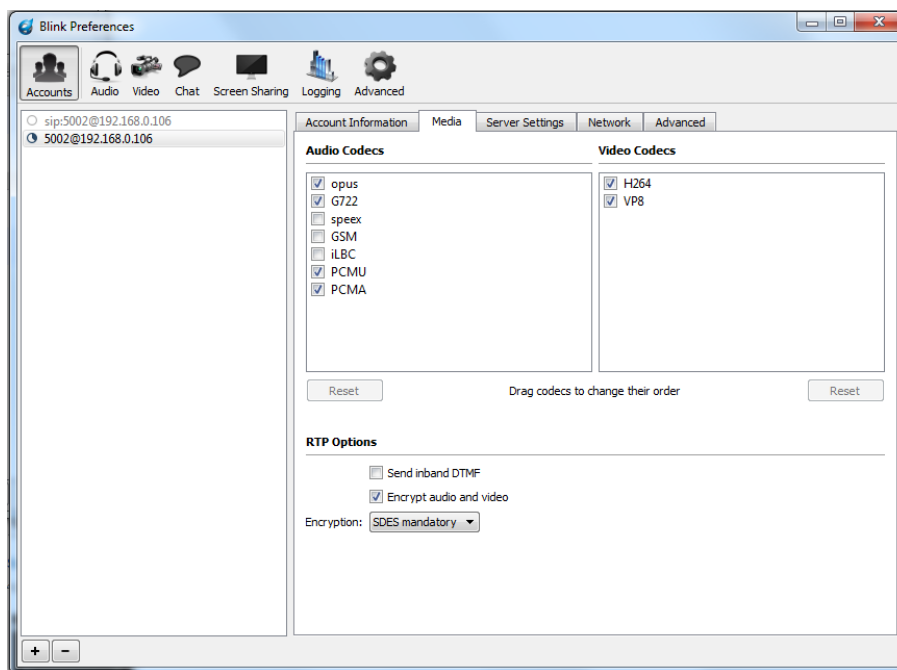
Келесі қадам - клиенттерді конфигурациялау. Клиенттер TLS-ні және SRTP-дың қосылуын міндетті түрде қолдауы керек. Клиенттерді орнатуды қарастырайық.

Ұялы клиентті Zoiper-да теңшеу үшін негізгі клиент көрсеткіштеріне түзету жасау, SRTP-ні қосу керек (бағдарлама келісу керек TLS хаттамасын қосуды сұрайды). Сонымен қатар, сервер мекен-жайы 5061 порт нөмірімен (мекен-жайы арқылы қос нүкте арқылы) толтырылуы тиіс. Түзетулер скриншоты 4.2 суретте көрсетілген.



Сурет 4.2–TLS және SRTP үшін VoIP by Antisip орнату

Көрсеткіштерді сақтағаннан кейін клиенттік бағдарлама серверде тіркелу керек. Blink көрсеткіштері TLS және міндетті шифрлауды қосуды талап етеді. Біріншіден, «Media» мәзірінде міндетті шифрлау іске қосылады (сурет 4.3):



Сурет 4.3 – Blink-те шифрлеуді қосу

Әрі қарай «Server Settings» мәзірінде сервер адресі, порт нөмірі енгізіліп, TLS транспорты таңдалады (сурет 4.4):

SIP Proxy

☒ Always use my proxy for outgoing sessions

Outbound Proxy: Port: Transport:

Auth Username:

Сурет 4.4 – Серверді орнату

«Network» мәзірінде TLS-ді таңдалып, «Advanced» мәзіріндегі «Certificate File» жолында клиенттің сертификат файлына жол көрсетіледі (сурет 4.5):

TLS Settings

Certificate File:

☐ Verify server

Сурет 4.5– Сертификат таңдау

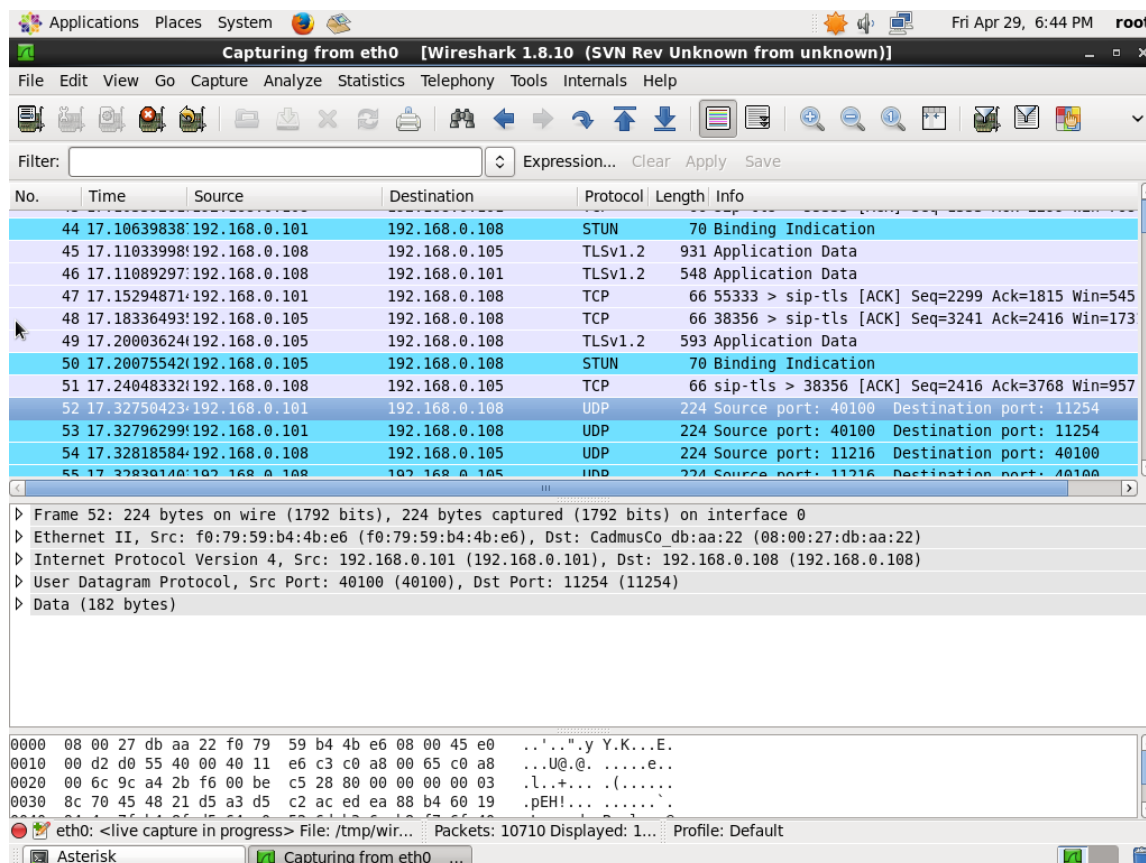
Бағдарламаның «Advanced» мәзірінде (алдыңғы баптаулар шоттар мәзірінде жасалды) тек қажетті портқа ие TLS протоколы қосылып, сертификат таңдалады.

Енді қоңырау шалу кезінде қауіпсіздік сеансы TLS протоколы арқылы ұйымдастырылады және деректердің өзі SRTP арқылы шифрланады. Алынған ағын UDP ағыны ретінде ұсынылады.

Ұсталған дестелері бар Wireshark терезесі 4.6 суретте көрсетілген. Wireshark бұл жағдайда RTP ағындарын танымайды және оларды талдай алмайды, себебі, деректердің өзі шифрланған. Пайдаланушы деректерін зиянкестерден қорғау жүзеге асырылады.

TLS және SRTP қолдау қазіргі заманғы барлық IP-телефония клиенттік қосымшаларында талап етіледі. Осы себепті, телефон байланысы трафигін қорғау үшін хаттама мәліметтерінің көп бөлігі кеңінен қолданылады. Бұл, әсіресе күрделі композиттік желілерде, деректерді ұстап тұру және қадағалау қиынға түседі.

Бұл технологиялар ақпараттың қауіпсіздігін қамтамасыз етеді, ал оларды пайдалану жаңа жабдықтарды енгізуді талап етпейді және бағдарлама деңгейінде жүзеге асырылады.



Сурет 4.6– Қағып алудан қорғалған трафик

4.2 Дестелеу алгоритмдері

Анықтау және сөйлеуді дестелеу функцияларын біріктіруге негізделген төрт дестелеу алгоритмі бар [110]:

- синхронды алгоритм. Дестелер белгіленген мерзімде қалыптасады және белгіленген ұзындыққа ие. Егер дестелеу аралығындағы «сөйлеу» модельдерінің саны алдын-ала анықталған шегіне жетсе, онда мұндай дауыс дестесі беріледі. Әйтпесе, ол қалпына келтіріледі. Шешім шегі дестенің санының жалпы санынан «сөйлеу» оқуларының 50% -ына тең қабылданады;

- асинхронды алгоритм. Синхронды алгоритмге ұқсас, алайда, келесі сөйлеу дестесін қалыптастыру аяқталғаннан кейін дестеизатор келесі дестені бірден емес, тек сөйлеу моделі пайда болған сәттен бастап қалыптастырады;

- деректер қысуымен синхронды алгоритм. Алғашқы алгоритмге ұқсас, «сөйлеу» модельдерінің жеткілікті санын қамтитын сөйлеу дестесі беріледі, бірақ сөйлеу дестесінде тек «сөйлеу» көрсеткіштері жазылады және «үнсіздік» көрсеткіштері жойылады. Қабылдаушы жағында сөйлеуді қалпына келтіру үшін сөйлеу дестеизаторы түсірілген модельдердің орналасқан жері туралы дестелік қызмет туралы ақпаратқа кіреді. Бұл жағдайда сөйлеу дестесінің ұзындығы өзгереді;

- дестелеудің айнымалы кезеңімен асинхронды алгоритм, 2-алгоритмге ұқсас десте «сөйлеу» моделінің пайда болуымен құрыла бастайды, бірақ үшінші алгоритм жағдайында дестеде «сөйлеу» көрсеткіштері жазылады және

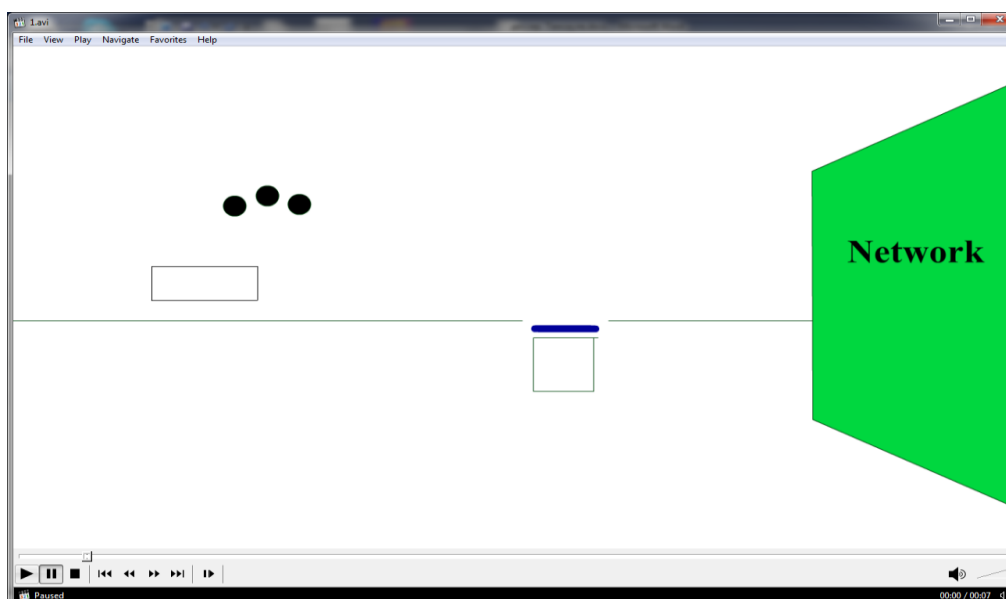
«үнсіздік» оқылымдары жойылады. Бұл алгоритм мен басқалардың арасындағы айырмашылық «сөйлеу» оқуларының дестесін қалыптастыру әрекеті.

Буманы құру сәтінде «сөйлеу» оқылымымен толығымен толтырылған кезде немесе сөйлеу дестесінің ақпараттық блогын қалыптастыру үшін бөлінген уақыттан кейін ғана аяқталады.

4.3 Дестелеу алгоритмінің анимация жұмыс бағдарламасын әзірлеу

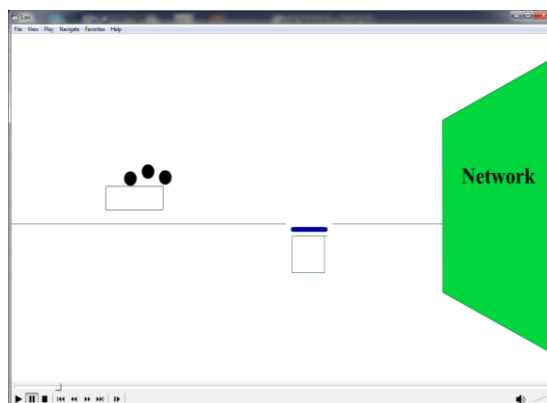
Дестелеу алгоритмдерінің бірінің жұмысы C ++ бағдарламасында жасалды (В қосымшасы).

4.7 суретте асинхронды алгоритмнің дестеленудің сәті көрсетіледі, онда қазіргі кезде көлемі бірден толтырылмай, сөйлеу сілтемесінің пайда болғаннан кейін тола бастайтыны анық.



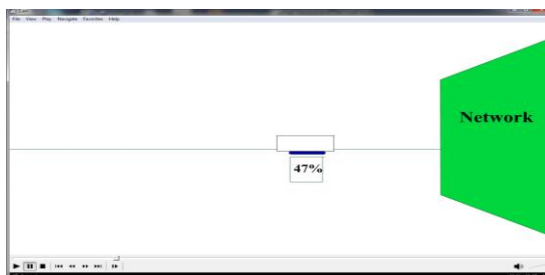
Сурет 4.7– Асинхронды алгоритмді дестелеудің басталуы

4.8 суретте нақты бір уақыт аралағында жиналған деректер көлемі «өлшеуді» өңдеу үрдісіне жіберілетіні көрсетілген.



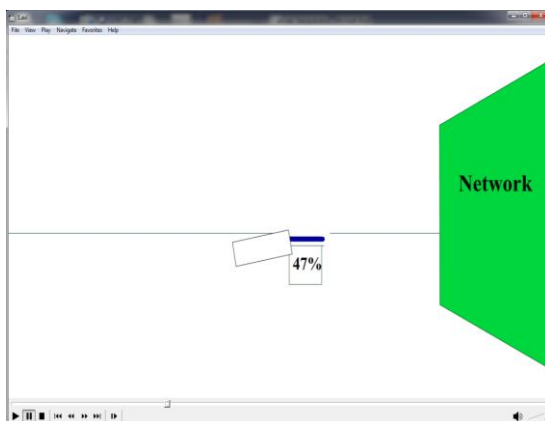
Сурет 4.8 – Дауыс оқуларын жинау

4.9 суретте «өлшеу» өңдеу үрдісінің жүріп жатқанын көрсетеді.

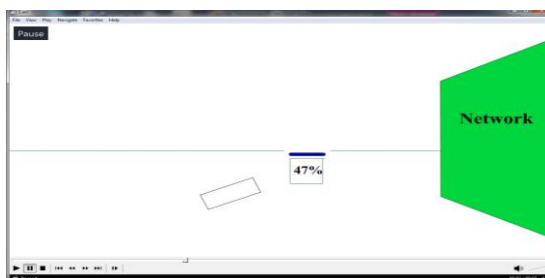


Сурет 4.9– «Өлшеуді өңдеу» үрдісі

4.10 және 4.11 суреттерде «өлшеу» өңдеу үрдісі деректердің көлемі 50% аз болса, деректер тасталатынын көрсетеді.

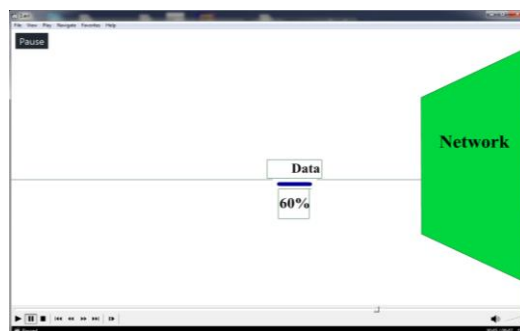


Сурет 4.10 – Дауыс оқуларымен деректерді тастаудың басталуы



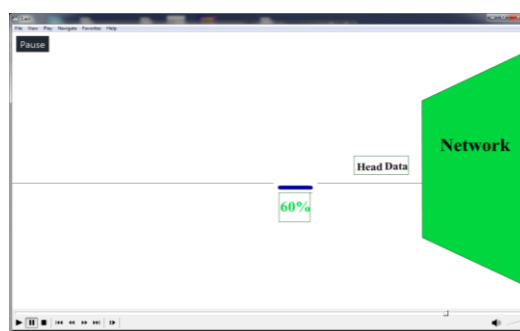
Сурет 4.11 – Шығарылған деректер көлемінің деректердің жолын жалғастыруы

4.12 суретте өлшеу үрдісінен кейін, деректер көлемі 50% -дан астам болатын салмақты қайта өңдеудің келесі сатысына жіберілгендігі көрсетілген.

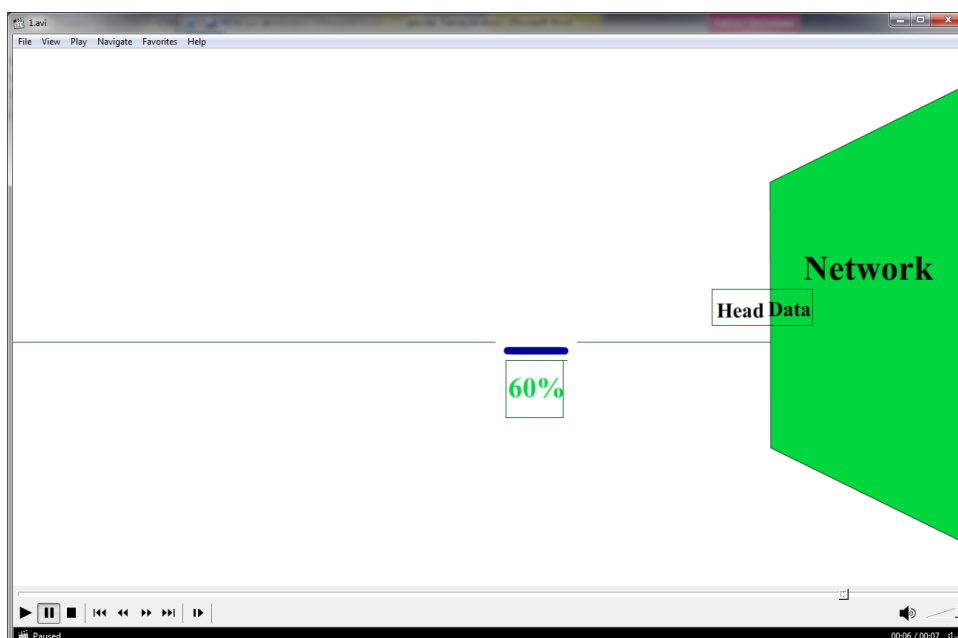


Сурет 4.12 – Өлшенген деректерді келесі өңдеу қадамына жіберу

4.13 суретте салмағы 50%-дан көп болатын салмақты деректерге атау (Head) бекітілетіні көрініп тұр, ал 4.14 суретте десте желіге жіберіледі.



Сурет 4.13– Салмақты деректерге атау қосу



Сурет 4.14– Десте желіде белгіленген пунктке жіберіледі

Төртінші бөлім бойынша тұжырым

1. Ақпаратты қорғау функцияларын қамтамасыз ету бойынша хаттамалар жұмысына талдау жүргізілді.
2. C++ бағдарламасында дестелеу үрдісінің бағдарламасы жасалды.
3. Осы жобаны өндіріске енгізуден экономикалық тиімділік анықталды, сонымен қатар, серверлік жабдық жұмыс кезінде қызметкердің тіршілік әрекетінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету шешімдері есепке алынған. Жүргізілген есептеулер үрдісі кезінде бағдарламалық АТС тиімді нұқса болып табылатыны анықталды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Диссертацилық жұмыста сымсыз технология негізінде қашық кеңселерді біріктіру мақсатымен, CentOS 6.5 дистрибутив басқарумен AsteriskNow сымсыз шешімінің бағдарламалық IP-PBX тәжірибеде қолданудың өзекті тапсырмасы шешілді.

Нәтижесінде келесі қорытындылар шықты:

- байланысты ұйымдастыру сұлбасы құрастырылды және AsteriskNow негізінде жергілікті есептеу желісінің жұмыс жасау бойынша тәжірибе жүргізілді, жүргізу кезінде бағдарламалық AsteriskNow IP АТС барлық артықшылықтары анықталды. Салыстыру кезінде телекоммуникация желілерінде IP PBX-мен АТС-ты, яғни AsteriskNow қолдану тиімдірек екені анықталды, ол коммутациялық стансалардың соңғы нұсқаларының бірі болып табылады;

- құрылған сұлбалардың стенді құрылды;

- берілетін ақпаратты қорғауды көтеру жолдары қарастырылды;

- құрылған IP-телефония желісіне арналған шабуылдар моделі ұсынылды;

- мұндай желі сипаттамалары мен көрсеткіштерін зерттеу үшін Opnet Modeler v.14 бағдарламалар дестесінде IP PBX AsteriskNow ЖЕЖ моделі құрастырылды. ЖЕЖ жүргізілген модельдеу негізінде, жүргізілген зерттеулер нәтижесінде модельдік уақыт кезінде желі әрекеті, модельдеу үрдісі кезінде желіде жүріп өткен биттер саны, желі құраушыларының арасында салмақты тарату, мұндай желінің жұмыс өнімділігін анықтау, серверде салмақты анықтау сияқты сипаттамалар алынды. Opnet қабықшасында еліктеме модельдер құрылды;

- эмпирикалық қатар қоңырауларының арасында интервалды тарату кездейсоқ шамалары анықталды;

- Колмогоров-Смирнов (D статистика) келісімінің өлшемшарты бойынша бірқалыптылыққа бағалау жүргізілді;

- эмпирикалық қатар бір қалыпты заң бойынша таратылғандығын анықтау үшін қатар таңдау мақсатында Шапиро-Уилк бірқалыптылық өлшемшартына бағалау жүргізілді;

- қоңыраулар арасында интервалдардың «хи шаршы» өлшемшартының көмегімен экспоненциалдық заң бойынша таратылғандығына тексеріс жүргізілді.

Орындалған жұмыс оның зерттеулерін телекоммуникация желілерін құрумен айналысатын мамандардың жобалау және шешім қабылдау кезінде қолдануға бағытталған.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Якубова М.З., Сериков Т.Г., Задорожнюк М.Е. Расчет требуемой пропускной способности каналов и запаса на расширение сетей Ethernet // Труды университета. – Караганда, 2016. – № 3(64). – С. 108-110.
- 2 Гольдштейн В.С., Пинчук А.В. и др. IP-Телефония. – М.: Радио и связь, 2001. – 336 с.
- 3 Меггелен Дж., Мадсен Л., Смит Дж. Asterisk: будущее телефонии / пер. с англ. – 2-е издание. – СПб.: Символ-Плюс, 2009. – 656 с.
- 4 Leland W. E., Taqqu M.S., Willinger W., Wilson D.V. On the self-similar nature of ethernet traffic (extended version) // IEEE. ACM Transactions of Networking. - 1994. - №2(1). – P. 1-15.
- 5 Paxson V., Floyd S. Wide Area Traffic: The Failure of Poisson Modeling // Proceedings of ACM SIGCOMM. - 1994. - №94.-P.56-59
- 6 Willinger W., Taqqu M.S., Erramilli A. A bibliographical guide to self-similar traffic and performance modeling for modern high-speed networks. Stochastic Networks: Theory and Applications. In Royal Statistical Society Lecture Notes Series. - Oxford University Press, 1996. - Vol. 4. – P. 339–366.
- 7 Norros I. A storage model with self-similar input // Queueing Systems. – 1994. - Vol.16. - P. 387–396.
- 8 Соколов А.Н. Методы анализа задержек IP-пакетов в сети следующего поколения: дис. ... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2011. – 136 с.
- 9 <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-metoda-upravleniya-peregruzkami-v-setyakh-sip-na-osnove-prognoza-signalnogo-trafi> (01.10.2017).
- 10 Ковцур М.М. Методы повышения информационной безопасности IP-телефонии с учетом вероятностно-временных характеристик протоколов распределения ключей: дис. ... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2016. – 209 с.
- 11 <https://www.slideshare.net/EkaterinaVedenyapina/dissertaziya> (01.10.2017).
- 12 Абаев П.О. Построение моделей и анализ вероятностных характеристик протокола установления сессий: дис. ... канд. физ.-мат. наук. – М., 2011. – 97 с.
- 13 Есенбаев Ж.А. Распознавание казахской речи по определенной словарной базе в условиях шумов: дис. ... док. философии (PhD). – Астана, 2014. – 175 с.
- 14 Нсангу М.М. Разработка вероятностных моделей для анализа показателей эффективности установления сессий в мультисервисной сети: дис. ... канд. физ.-мат. наук. – М., 2012. – 105 с.
- 15 Хатунцев А.Б. Разработка метода анализа показателей качества обслуживания сигнальных сообщений в гибридных сетях с коммутацией каналов и пакетов: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2011. – 172 с.
- 16 Костенко А.И. Алгоритм повышения качества речи в сетях с пакетной коммутацией замещением потерянных пакетов на основе квазипериодической структуры речи: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2010. – 165 с.

- 17 Кутбитдинов С.Ш. Разработка и исследование моделей распределения сетевых ресурсов в сетях связи следующего поколения: автореф. ... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2013. – 16 с.
- 18 Баранник В.В. Метод повышения пропускной способности закрытого видеоканала для ведомственных инфокоммуникационных систем: дис. ... канд. техн. наук. – Харьков, 2016. – 199 с.
- 19 Саморезов В.В. Модели предоставления инфокоммуникационных услуг: дис. ... канд.техн. наук. – Санкт-Петербург, 2005. – 141 с.
- 20 Ваняшин С.В. Исследование и разработка моделей мультисервисного центра обслуживания вызовов: дис. ... канд. техн. наук. – Самара, 2006. – 157 с.
- 21 Петров А.А. Методы определения эффективности применения технологии IP-телефонии в информационных структурах железнодорожного транспорта: дис. ... канд.техн. наук. – М., 2006. – 193 с.
- 22 Левин В.А. Система информационного взаимодействия на железнодорожном транспорте с применением IP-телефонии: дис. ... канд.техн.наук. – М., 2003. – 171 с.
- 23 Моторина Е.Г. Качество IP-телефонии при мобильном доступе стандарта IEEE 802.11 Radio-Ethernet с использованием излучающего кабеля: дис. ... канд.техн. наук. – М., 2006. – 129 с.
- 24 Малов А.В. Методы и средства обеспечения отказоустойчивости контакт-центров на базе IP-телефонии: дис. ... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2010. – 123 с.
- 25 Тарасов В.Ю. Разработка методов эффективного обслуживания абонентов в центрах обработки вызовов на сетях передачи данных: автореф. ... канд.техн.наук. – М., 2007. – 22 с.
- 26 Зарубин А.А. Исседование контакт-центров NGN: дис. ... канд.техн. наук. – Санкт-Петербург, 2004. – 141 с.
- 27 Радионов Д.Е. Методика анализа защищенных систем IP-телефонии: дис. ... канд. техн.наук. – М., 1999. – 129 с.
- 28 Буранова М.А. Исследование влияния статистических свойств мультимедийного IP-трафика на характеристики качество обслуживания: автореф. ... канд. техн. наук. – Самара, 2013. – 137 с.
- 29 Сахаров А.В. Статистические модели трафика IP-телефонии: автореф. ... канд. техн. наук. – Нижний Новгород, 2007. – 16 с.
- 30 Пяттаев В.О. Разработка моделей и исследование иерархических подуровней городских мультисервисных сетей: автореф. ... канд.техн.наук. – Санкт-Петербург, 2007. – 186 с.
- 31 Хамитов А.Н. Разработка моделей и методов интеллектуальной транспортной системы Умного города: дис. ... док. философии (PhD). – Алматы, 2015. – 191 с.
- 32 Масленников А.Г. Разработка метода обработки трафика в очередях маршрутизаторов мультисервисной сети на основе нечеткой логики: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2015. – 125 с.

- 33 Небаева К.А. Разработка необнаруживаемых стегосистем для каналов с шумом: дис. ... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2014. – 173 с.
- 34 Гольдштейн В.С., Пинчук А.В. и др. IP-Телефония. - М.: Радио и связь, 2001. – 336 с.
- 35 Гольдштейн Б. С., Соколов Н. А., Яновский Г.Г. Сети связи. - СПб.: «БХВ – Петербург», 2010. – 400 с.
- 36 <https://ru.wikipedia.org/wiki/IP-%D0%90%D0%A2%D0%A1> (01.10.2017).
- 37 <https://wiki.asterisk.org/wiki/pages/viewpage.action?pageId=29395573>
- 38 https://www.google.com/search?q=%D0%BE+%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B9+Asterisk&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiVklamjs_WAhXjQpoKHWCTBQ0Q_AUICygC&biw=1200&bih=641#imgsrc=XsDcasAnXpYdGM.
- 39 http://gundelow66.rssing.com/chan-59399081/all_p3.html
- 40 <http://wiki.merionet.ru/ip-telephonya/34/sravnenie-freeswitch-i-asterisk/>
- 41 <https://www.osp.ru/pcworld/2013/06/13035830/>
- 42 <https://w3techs.com/technologies/details/os-linux/all/all>
- 43 Чернов А. IP-телефония. Опыт внедрения Asterisk на Red Hat. ars@itconnection.ru.
- 44 <https://www.youtube.com/watch?v=jWPYNoX2slQ>
- 45 <https://www.realhosters.com/ru/vps-os-centos.php>
- 46 <https://ru.wikipedia.org/wiki/Elastix>
- 47 Сериков Т. Г., Якубова М. 3. The comparative analysis of architecture of Asterisk in relation with classical automatic telephone exchanges // International Scientific and Practical Conference «WORLD SCIENCE». – 2016. - Vol. 1, №4(8).
- 48 <http://c-mit.ru/ip-pbx/ip-analog.html>.
- 49 https://www.insotel.ru/press/articles/ip_ats_cifrovye_ats_uats/chto_takoe_asterisk_prakticheski_nedelyu_nazad_5_dekabrya_proektu_asterisk_ispolnilos_10_let/.
- 50 <http://purohitupendra.blogspot.com/2013/10/asterisk-asterisk-is-software.html>.
- 51 <http://itamd.ru/kb/1-6-obzor-struktury-asterisk-direktorii-i-moduli/>.
- 52 <http://omoled.ru/publications/view/28>.
- 53 Меггелен Дж., Мадсен Л., Смит Дж. Asterisk: будущее телефонии. - 2-е издание / пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2009.- 656 с.
- 54 <http://rus-linux.net/MyLDP/BOOKS/Architecture-Open-Source-Applications/Vol-1/asterisk-02.html>.
- 55 <http://wiki.merionet.ru/asterisk-calculator/>.
- 56 Платов М. Что важно знать об IP-телефонии // Журнал "Системный администратор". – 2005. - №11.- С. 20-25.
- 57 Беспроводные сети.: Вегешна Шринивас / пер. с англ.— М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 26 с.
- 58 Рошан П., Лиэри Дж. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. – М.: Бук-Пресс, 2004. – 428 с.

59 Сериков Т.Г., Задорожнюк М.В. Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права «Соединение серверов Asterisk посредством топологии беспроводного моста (произведение науки)» от 25.01.2016 г., №0165.

60 Ибраев А.А., Жазыбаев С.Г. Акт о внедрении технического новшества, заимствованного из информационного материалов научно-технической информации и передового производственно-технического опыта от 24.08.2016г.

61 Мехтиев А.Д., Белик Г.А., Сериков Т.Г., Югай В.В., Охасова А.К., Толеухан Д.Ж. Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права «Цифровая обработка сигналов и цифровые сети интегрального обслуживания» от 19.01.2016г. №0107.

62 Кочержевский Г.Н. Антенно-фидерные устройства. – М.: Радио и связь, 1989.

63 Антенны и устройства СВЧ. Проектирование фазированных антенных решёток: учебное пособие / под ред. Д. И. Воскресенского. – М.: Радио и связь, 1994. – 592 с.

64 Разинкин В.П., Мехтиев А.Д., Половников А.С., Сериков Т.Г. Синтез узкополосных фильтров на основе преобразования Нортон. – Н: Вопросы радиоэлектроники. – 2016. - №4. –С.12-16

65 Панченко Б.А. Нефедов Е.И. Микрополосковые антенны. – М.: Радио и связь, 1986.С.89-97

66 Лектор Цалиев Т.А.Конспект лекций по курсу «Антенны и устройства СВЧ».

67 Якубова М.З., Разинкин В.П., Сериков Т.Г., Муратова А.К. Research of production errors' influence on characteristics of the microstrip antenna // Вестник Карагандинского университета. Серия «Физика». – 2016. - № 4(84). – С. 31-36.

68 Antennas and microwave ovens devices. Design of the phased antenna lattices: education guidance / ed. By D.I. Voskresensky. – М.: Radio i svyaz', 1994. - 592 p.

69 Panchenko B.A., Nefyodov E.I. Microstrip antennas. – М.: Radio i svyaz', 1986. - 144 p.

70 Ochkov V.F. Mathcad 14 for students and engineers: Russian version. - Saint Petersburg: BHV, 2009.

71 Лидский Э.А. Задачи трафика в сетях связи: уч. пособие для вузов. – Екатеринбург: УГТУ – УПИ ГОУ ВПО, 2006. – 202 с.

72 Абилов А.В. Введение в теорию телетрафика: курс лекций. – 2006.

73 Васильев К.К., Служивый М.Н. Математическое моделирование систем связи: учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 170 с.

74 Klaus Wehrle, James Gross. Modeling and Tools for Network Simulation. – Hardcover, 2010. - 256 p.

75 <http://www.ict.nsc.ru/ws/YM2004/8509/index.html>.

76 Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. – М.: Машиностроение, 1987г.-С.56-58

- 77 Шнепс-Шнеппе М.А. Пакетная сеть общего пользования в России: будет! // Вестник связи. – 2003. – №4. – С.44-49.
- 78 В.Х.Харитонов. Технология SATM // Вестник связи. – 2003. – №1. – С.34.
- 79 Линец Г.И., Фомин Л.А., Будко П.А., Ватага А.И. Учет влияния спектральных свойств трафика на параметры сети с технологией АТМ // Электросвязь. – 2001. – №11. – С. 24-26.
- 80 Лившиц Б.С., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика: уч. пособие для вузов. – М.: Связь, 1979. – 224 с.
- 81 Лидский Э.А. Задачи трафика в сетях связи: уч. пособие для вузов. – Екатеринбург: УГТУ – УПИ ГОУ ВПО, 2006. – 202 с.
- 82 Васильев К.К., Служивый М.Н. Математическое моделирование систем связи: учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 170 с.
- 83 Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
- 84 <http://www.beintrend.ru/2010-05-29-12-24-58>
- 85 Shapiro S.S. An analysis of variance test for normality // 1965. – №3. – P. 591–611.
- 86 Royston P. Approximating the Shapiro–Wilk W-test for non-normality // Statistics and Computing. – №2 (3). – P. 117–119.
- 87 Royston P. Remark AS R94: A Remark on Algorithm AS 181: The W-test for Normality // Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics). – 1995. - Vol. 44, №4. - P. 547-551.
- 88 <http://statyx.ru/metod-rascheta-kriteriya-hi-kvadrat/>.
- 89 Якубова М.З., Серигов Т.Г. IP PBX Asterisk NOW telecommunication network and choice of tools for carrying out attacks. Development and research of the attack scheme to the developed client–server network on the basis of Wi-Fi // Вестник Карагандинского университета. Серия «Физика». – 2016. - №2 (82).
- 90 Якубова М.З. Разработка топологии сетевой атаки на основе пакета программ Wireshark // ПОИСК Международный научный журнал-приложение РК. Серия естественных и технических наук // Высшая школа Казахстана. – 2013. – №2 (2) // <http://www.aipet.kz/article/facultet/frts/ikt/15/9.pdf>
- 91 Якубова М.З., Касимов А.О., Кашаганова Г.Б. DoS-Атаки на компьютерную сеть // Вестник КазНТУ. – 2014. – №3.
- 92 Якубова М.З. Разработка критериев и требований по информационной безопасности // ПОИСК Международный научный журнал-приложение РК Серия естественных и технических наук. – 2013. - №2 (2) // http://szgmu.ru/upload/files/Документы%20кафедр/СБОРНИК_ОЗИЗ_2013.pdf.
- 93 Якубова М.З. Разработка экспериментальной технологии пассивной атаки. // ПОИСК Международный научный журнал-приложение РК Серия естественных и технических наук. Высшая школа Казахстана. – 2013. - №2 (1) // <http://www.aipet.kz/article/facultet/frts/ikt/15/6.pdf>.
- 94 Щеглов А.Ю. Защита компьютерной информации от несанкционированного доступа. – СПб.: Наука и техника, 2004. – 384 с.

- 95 Касперский Е.В. Компьютерное зловредство. – СПб.: Питер, 2007. – 208 с.
- 96 Зима В.М., Молдовян А.А., Молдовян Н.А. Безопасность глобальных сетевых технологий. – 2-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 368 с.
- 97 Якубова М.З., Сериков Т.Г. IP-PBX ASTERISK NOW негізінде әзірленген телекоммуникация желілерінің тиімділігін талдау және модельдеу // Вестник ПГУ. – 2017. - №1. – С. 280-288.
- 98 Yakubova Mubarak, Serikov Tansaule. Development and Imitating Modeling in the Developed Network Consisting of Several Knots Removed Among Themselves on Netcracker 4.1 // International conference on micro/nanotechnologies and electron devices edm. - 2016. - №17. – P. 210-213.
- 99 Nazarov I. Название статьи // Security systems. – 2013. - №6(10) // http://compsovet.info/magazine/security_systems.
- 100 Goldstein B.S., Pinchuk A.V. et al. IP-telephony. – М.: Radio i kommunikatsiya, 2001. - 336 p.
- 101 Якубова М.З., Сериков Т.Г. Asterisk қорында IP-телефония желілерін деректерді ұстап қалудан қорғау // Вестник ПГУ. – 2017. - №1. – Б. 288-296.
- 102 Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В. и др. IP-телефония. – М.: Радио и коммуникация, 2001. – 336 с.
- 103 Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. Коммуникационные сети. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2010. – 400 с.
- 104 Yakubova M.Z. POISK: International sci. magazine-application of RK // Ser. of natural and techn. sci. – 2013. - №2(2) // <http://www.aipet.kz/article/facultet/frts/ikt/15/9.pdf>.
- 105 Якубова М.З. Разработка топологии сетевой атаки на основе пакета программ Wireshark // ПОИСК Международный научный журнал-приложение РК. Серия естественных и технических наук // Высшая школа Казахстана. – 2013. – № 2(2) // <http://www.aipet.kz/article/facultet/frts/ikt/15/9.pdf>.
- 106 Goldstein B.S., Sokolov N.A., Yanovsky G.G. Communication networks. - Saint Petersburg: BHV-St. Petersburg, 2010. - 400 p.
- 107 Yakubova M.Z., Serikov T.G., Muratova A.K. Protection of IP-telephony networks on the basis of Asterisk from interception of data // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2017. - №421. – С. 149-156
- 108 Yakubova M.Z., Serikov T.G., Muratova A.K. Protection of IP-telephony networks on the basis of Asterisk from interception of data // Вестник Карагандинского университета. – 2016. - №4 (84). – С. 24-30.
- 109 Yakubova M.Z. POISK: International sci. magazine-application of RK // Ser. of natural and techn. sci. – 2013. - №2 // http://szgmu.ru/upload/files/Документы%20кафедр/СБОРНИК_ОЗИЗ_2013.pdf.
- 110 Чежимбаева К.С., Мирзакулова Ш.А. IP – телефония негіздері: оқу құралы. – Алматы: АЭЖБУ, 2016. – 83 б.

ҚОСЫМША А

АБСТРАКЦИЯ

ast_channel_tech әдістері келесіде:

- requester: Кері шақырудың бұл функциясы ast_channel объектісінің көшірмесін құруға арналған арна драйверін шақырту және арна түріне сәйкес құру үшін қолданылады;

- call: Кері шақырудың бұл функциясы ast_channel объектісінде көрсетілген соңғы нүктеде шығыс қоңырауды құру үшін пайдаланылады;

- Answer: Бұл әдіс Asterisk жүйесі ast_channel объектісімен байланысты кіріс қоңырауға жауап беруді шешеді;

- hangup: Бұл әдіс жүйе қоңырауды аяқтау керек екенін шешкен кезде шақырылады;

- indicate: Қоңырау түскен кезде болған жағдайлар туралы соңғы құралға белгі беру керек болады. Мысалы, егер құрылғы қоңырауды ұстай тұруға көшірсе, кері шақырудың осы функциясы шақырылады, ол болған жағдай туралы хабарлайды. Қолданылып отырған хаттамаға сәйкес әдіс қолданылуы мүмкін, ол қоңырау ұсталып тұрғанын көрсетеді немесе арна драйвері музыка ойнатады;

- send_digit_begin: Бұл функция арнаның басқа жағынан тондық сигналды терудің басын көрсету үшін шақырылады (DTMF);

- send_digit_end: Бұл функция арнаның басқа жағынан тондық сигналды терудің аяқталуын көрсету үшін шақырылады (DTMF);

- read: Бұл функция Asterisk жүйесінің базалық жүйесімен соңғы құралынан алынған (ast_frame) қайталау үшін шақырылады (ast_frame) яляется абстракцией в Asterisk, ол медиадеректерді қапшықтау (мысалы, аудио немесе бейне деректерді), сонымен қатар жағдайлар туралы белгі беру үшін қолданылады;

- write: Бұл функция ast_frame фреймін осы құрылғыға жіберу үшін қолданылады. Арна драйвері деректерді алып, оны деректерді соңғы құрылғыға тапсыру үшін жүзеге асырылған және жүзеге асырылған телефон хаттамасына сәйкес қаптайды;

- Bridge: Кері шақырудың тартылмалы көпірінің бұл функциясы осы түрдегі арна үшін. Тартылмалы көпірді құру арна драйвері барлық сигналдар мен медиадеректерді қосымша қажетсіз абстрация қабаттарын өткізбей-ақ, бірдей түрдегі екі арнаға арналған тиімді көпір құра алатын кезде болады. Бұл жұмыс өнімділігін арттыру үшін аса маңызды.

ҚОСЫМША Б

КРИТЕРИЙ

Frequency table: Var1 (Лист Microsoft Excel.xlsx (B2:B161)) K-S d=,16291, p<,10 ; Lilliefors p<,01 Shapiro-Wilk W=,90042, p=,00014										
	Count	Cumulative Count	Percent of Valid	Cumul % of Valid	% of all Cases	Cumulative % of All	Expected Count	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumulative % Expected
-1,00000<x<=0,00000	0	0	0,0000	0,000	0,0000	0,000	5,5092	5,5092	9,1821	9,1821
0,000000<x<=1,00000	23	23	38,3333	38,333	38,3333	38,333	13,2621	18,7714	22,1035	31,2856
1,000000<x<=2,00000	18	41	30,0000	68,333	30,0000	68,333	19,5303	38,3017	32,5506	63,8362
2,000000<x<=3,00000	9	50	15,0000	83,333	15,0000	83,333	14,7466	53,0484	24,5777	88,4140
3,000000<x<=4,00000	7	57	11,6666	95,000	11,6666	95,000	5,7044	58,7528	9,5074	97,9214
4,000000<x<=5,00000	2	59	3,3333	98,333	3,3333	98,333	1,1276	59,8805	1,8794	99,8009
5,000000<x<=6,00000	1	60	1,6666	100,000	1,6666	100,000	0,1134	59,9940	0,1891	99,9901
Missing	0	60	0,0000		0,0000	100,000				