



**Коммерциялық емес  
акционерлік қоғам**

**АЛМАТЫ  
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ  
БАЙЛАНЫС  
УНИВЕРСИТЕТІ**

Радиотехника  
кафедрасы

## **РАДИОТЕХНИКА ЖӘНЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ НЕГІЗДЕРІ**

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар  
мамандығының студенттері үшін зертханалық жұмыстарды орындау  
бойынша әдістемелік нұсқаулықтар

Алматы 2014

Құрастырушылар: Шаймардан Ж.Ш., Урусова Т.А. Радиотехника және телекоммуникация негіздері. Радиотехника. 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығының студенттері үшін зертханалық жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар. Алматы: АУЭС, 2014.- 32б.

5B071900 –Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығының барлық формалары үшін зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар және құрамында зертханалық жұмыстарды орындауға арналған теориялық дайындық материалдарды, олардың орындалу ретін, өлшеуді жүргізу принциптерін, алынған нәтижелерді өңдеуге керекті элементтерді, сонымен қатар бақылау сұрақтары және ұсынылатын әдебиеттер тізімін қамтиды.

Сурет 13, кесте 2, әдеб.көрсеткіші -6 атау.

Пікір сарапшы: физ.- мат.ғыл.канд., доцент Аманбаев А. А.

«Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2014ж жоспары бойынша басылды.

© «Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, 2014ж.

## 1 Зертханалық жұмыс №1. Есту шегінің жиіліктен тәуелділігін анықтау

Жұмыстың мақсаты: ең төменгі деңгейдегі дыбыстық жиіліктердің сигналдарын сыбысқа қабылдаудың ерекшеліктерімен танысу.

### 1.1 Теориялық дайындық

Адам аса кең ауқымды дыбыстық қысымдарда (немесе қарқындылықта) дыбысты сезеді. Бұл ауқымның тірек шамаларының бірі стандартты естілу шегі болып табылады. Осы ұғымның астында, құлағы орташа еститін адам әрең естілетін  $F = 1000$  Гц гармониялық дыбыс тербелісімен жасалатын дыбыстық қысымның эффективті мәнін түсіне алады. Естілу шегіне  $I_{\text{дыб.о}} = 10^{-12}$  Вт/м қарқындылығы немесе  $p_{\text{дыб.о}} = 2 \cdot 10^{-5}$  Па дыбыстық қысымы сәйкес келеді. Жоғарғы шеті  $I_{\text{дыб}} = 1$  Вт/м<sup>2</sup> және  $p_{\text{дыб}} = 20$  Па мәндерімен анықталады. Осы мәндерде дыбысты естіген кезде адам ауыруды сезе бастайды (ауырлықты сезінудің стандартты шегі). Естудің стандартты шегінен асып түсетін дыбыстық қысым аумақтарында, есту сезімінің өлшемі  $E$  және дыбыстық қысым амплитудасы (немесе дыбыс интенсивтілігі) Фехнер тұжырымдамасымен психофизика заңы бойынша байланысады:

$$E = q \log (p_{\text{дыб}} / p_{\text{дыб.о}});$$

$q$  – кейбір тұрақтысы.

Осы формуладан есту сезімінің шамасы  $E$  сыртқы өршелендіргіш амплитудасынан емес,  $p_{\text{дыб}} / p_{\text{дыб.о}}$  қатынасының логарифміне пропорционалды. Сондықтан дыбыстық қысымы және дыбыс қарқындылығы стандартты естілу шегіне қатынасы бойынша логарифмдік бірліктерде жиі бағаланады.

$$N_a = 20 \lg (p_{\text{зв}} / p_{\text{зв.о}}) = 10 \lg (I_{\text{зв}} / I_{\text{зв.о}}),$$

ал табылған  $N_a$  мәні абсолютты акустикалық деңгейі деп аталады.

Естілу шегі жиілікке тәуелді. Естілу шегі есту жағдайларына өте тәуелді: тынышта немесе шудың фонында (немесе басқа кедергі жасайтын дыбыстар). Соңғы жағдайда естілу шегі жоғарылайды. Бұл - бөгеттің пайдалы сигналды бүркейтiнiн бiлдiредi. Осы пайдалы сигналдың естілу шегінің жоғарылауын бүркеу деңгейімен анықтайды.  $M = N_{\text{аш}} - N_a$ . Бұл жерде  $N_{\text{аш}}$  мен  $N_a$  - шудың (немесе басқа бөгеттер) фонында және тыныштағы естілу шегінің деңгейлері. Кедергі жасайтын дыбыстың деңгейі пайдалыдан аса жоғарлайтын болса, соңғысы естілмей қалуы мүмкін.

## 1.2 Өлшеулерді өткізудің негізі

Өлшем қатысушылардың телефондарына ГЗ-118 генератордан дыбыстық жиілікте гармониялық кернеу жіберіледі. Өлшем қатысушылары телефондағы кернеуді 0 В-тен кейбір, әркім тон естей бастайтын, шамасына дейін ақырын жоғарылатады. Осы кернеу шамасы кестеге жазылады және өлшем жүргізілген жиілікте, естілу шегін есептеу үшін негізгі болып табылады.

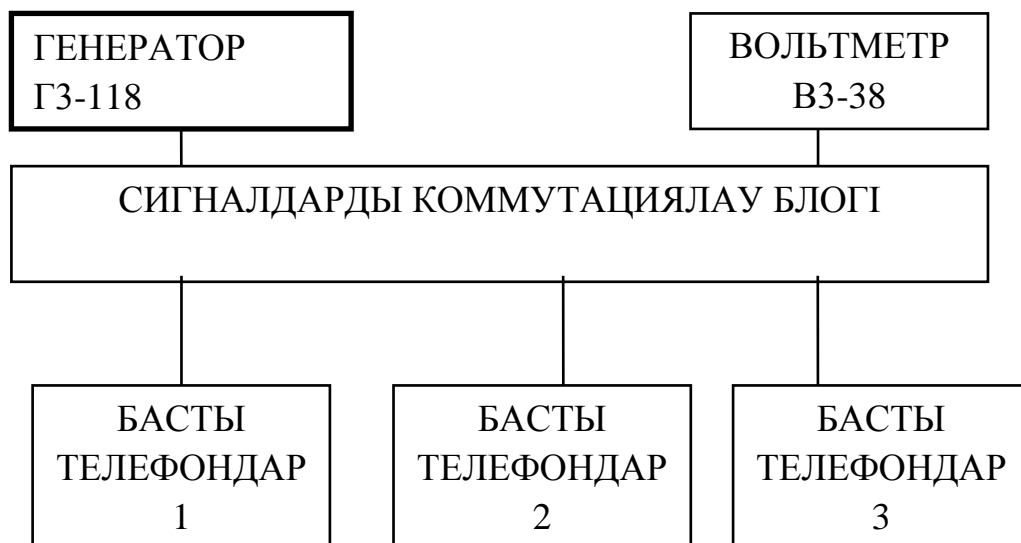
Өлшеулер бірнеше жиілік ауқымында жүргізіледі: 20 Гц-тен 20 кГц-ке дейін. Өлшеу нәтижелері әр қатысушының есту қабілетіне тәуелді болғандығынан, әркім оларды жеке белгілейді. Алынған деректер зертханалық жұмыстың аяғында салыстырылады.

Естілу шегін есептеу үдерісінде телефондар параметрлері мен олардың жиілік сипаттамасының біркелкі еместігі еске алынады:

-500 Гц жиілікте және Р тел = 2 мВт сигнал қуатында дыбыстық қысым деңгейі, 94 дБ;

- Номиналды кедергі R ном = 16 Ом;

-2.2-суретінде дыбыстық қысымның типтік жиілік сипаттамасы көрсетілген.



1.1 сурет – Естілу шегінің жиіліктен тәуелділігін анықтау үшін аппаратуралық кешеннің құрылымдық сұлбасы

**НАЗАР АУДАРЫҢЫЗ!** Жұмыстағы барлық өлшеулер зертханада тыныштық сақтағанда жүргізіледі.

### 1.3 Аппаратураның жұмысқа даярлығы

- 1.3.1 Сұлба бойынша аппаратураны қосу (1.1 суретті қара). Сол үшін:
- қатысушылардың басты телефондарды ұяларға қосу;
  - ГЗ-118 генератор шығысын («ВЫХОД II») «Блока коммутации сигналов»-тың «ГЕНЕРАТОР 1»-ге қосу;
  - ВЗ-38 вольтметрдің кірісін «Блок коммутации сигналов»-тағы «ВОЛЬТМЕТР»-ге қосу.
- 1.3.2 ГЗ-118 генератордың «РЕГ.ВЫХОДА» тұтқасын солға бұрау. «ОСЛАБЛЕНИЕ дВ» ауыстырғышты «60»-қа қою.
- 1.3.3 ГЗ-118 генератор мен ВЗ-38 вольтметрді тоққа қосу.

### 1.4 Өлшеулер жүргізу

- 1.4.1 «ИСТОЧНИК СИГНАЛОВ», «Блока коммутации сигналов» ажыратып-қосқышын «ГЕН.1!» жағдайына қою керек. бұл жағдайда басты телефондар мен вольтметр ГЗ-118 генераторының шығысына жалғанып тұрады.
- 1.4.2 Генератор жиілігін 20 Гц-ке орнату.
- 1.4.3 Өлшеу жүргізуші үндестік дыбыс еститіндей етіп, генератор шығысындағы кернеуін «РЕГ.ВЫХОДА» тұтқасының көмегімен және ВЗ-38 вольтметрдегі «ОСЛАБЛЕНИЕ дВ» ажыратып-қосқышын баяу ұлғайта отырып, телефондарда  $U_1 (F)$  кернеуін орнату.
- 1.4.4 ГЗ-118 генераторының «РЕГ.ВЫХОДА» тұтқасын тірелгенше солға қарай бұрау керек. «ОСЛАБЛЕНИЕ дВ» ажыратып-қосқышын «60» жағдайына орнату.
- 1.4.5.1.5.3-1.5.4 тарауларында сипатталған басқа да дыбыстық жиілік диапазондарында операцияны қайталау.

### 1.5 Өлшеу нәтижелерін өңдеу

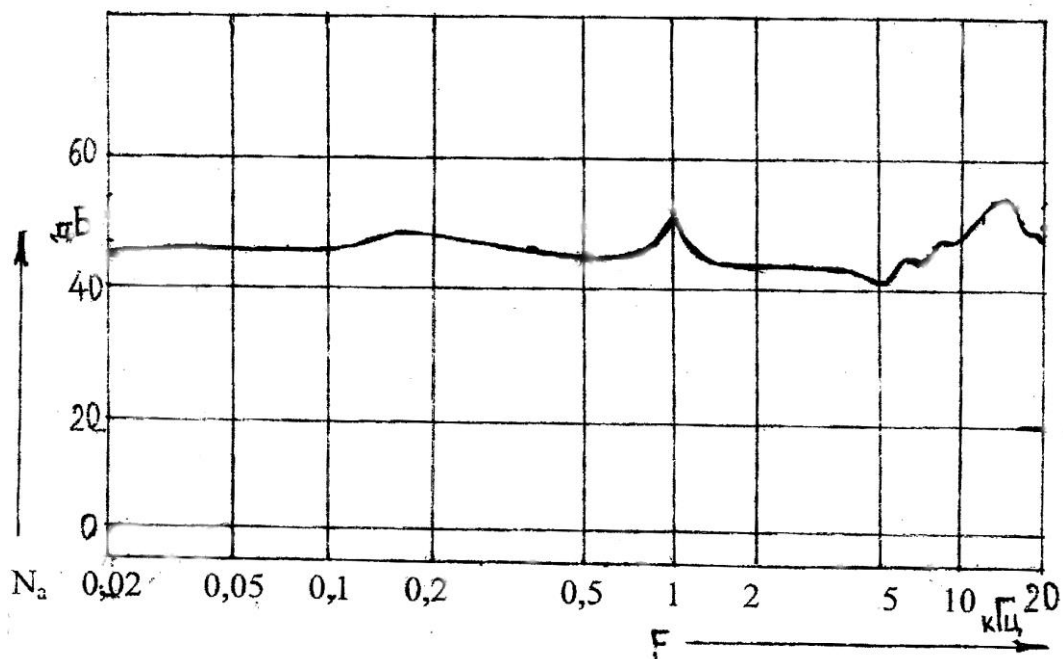
1.5.1 Дыбыстық ауқымның әрбір жиілігі үшін есту шегінің деңгейін келесі формуламен анықтаймыз:

$$N_a (F), \text{дБ} = 20 \lg \frac{U_1 (F)}{U(500)} + N(F) - N(500) + 94.$$

Мұндағы  $U(500)$  - 94 дБ дыбысты қысым тудыру үшін телефонға берілетін 500 Гц жиілікті үндестік сигналының кернеуі:

$$U(500) = \sqrt{P_{\text{тел}} R_{\text{ном}}}$$

$N(500)$  – 500 Гц жиілікте телефонда туатын дыбыстық қысым (дБ), дыбыстық қысымның жиіліктік сипаттамасынан табылады (1.2 суретті қара);  $N(F)$  -  $F$  жиілігі үшін.



1.2 сурет- ТДС- 15 телефон дыбыстық қысымның жиіліктік сипаттамасы

1.5.2 Берілгені бойынша  $F$  жиіліктен  $N_a$  есту шегінің тәуелділік деңгейін салу.

1.5.3 Минималды деңгейде қабылданатын жиілік диапазоны мен графикалық тәуелділіктен алынған салыстырмалы талдаудан тұратын қажетті қорытынды жасау.

## 1.6 Бақылау сұрақтары

1.6.1 Есту шегі деп нені айтамыз? Есту шегіне қандай дыбыстық қысым мен дыбыстық өнімділік мәні сәйкес келеді?

1.6.2 Адамның есту қабілеті қандай жиілік диапазонына сәйкес келеді?

1.6.3 Бинауралды әсер дегеніміз не?

1.6.4 Моноуралды тыңдау кезінде дыбыс көзінің орналасуы туралы не айтуға болады?

## 2 Зертханалық жұмыс №2. Микрофон параметрлерін өлшеу

Жұмыстың мақсаты: микрофондардың әртүрімен танысу, олардың параметрлерін зерттеу.

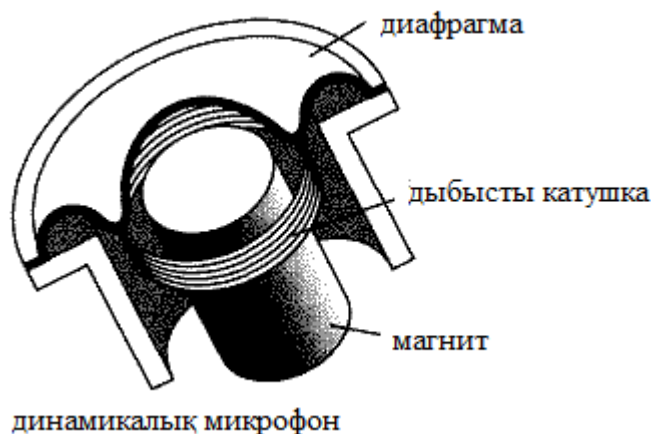
### Микрофондардың классификациясы:

-дыбыстық энергияны электрлікке түрлендіру принципі бойынша (механикалық-электрлік сипаттама);

-дыбыстың диафрагмаға әсер ету принципі бойынша (механикалық-акустикалық сипаттама);

-шығыс сигналдың кеңістіктік бағдарлаудан тәуелділік принципі бойынша (бағыттылық сипаттамасы);

- аудио трактқа қосу принципі бойынша (коммутациялық сипаттама).  
Тағайындалуы: қолдан жасалған/ аспалы, ілмектік, камераға арналған, музыкалық аспапқа жабыстырылатын, үстелдік және т.б.



2.1 сурет – Динамикaлық микрофон құрылғысы

Динамикaлық микрофон құрылғысы динамикaлық дыбыс ұлғайтқышқа ұқсас келеді (соңғы уақытта дыбыстан қарағанда ықшамдылық бірінші орында тұратын микрофондарда – рация, сөйлесуге арналған құрылғыларда қолданылады). Динамикaлық микрофонның диафрагмасы магнит айналасындағы саңылауда орналасқан катушкаға байланысты (2.1 суретті қара).



2.2 сурет- Конденсаторлық микрофон құрылғысы

Іргелес ауаның бойлық толқыны тұрақты магнитті өріске қатысты диафрагманы катушкамен араластырады. Нәтижесінде, катушканың шетінде амплитудасы мен жиілігі күшке пропорционал болатын электр кернеуі мен диафрагмаға әсер ететін дыбыс жиілігінің пайда болуына алып келеді.

Конденсаторлы микрофонда дыбыс конденсатордың сыртқы қабықшасының бірі болып келетін мембранаға әсер етеді. Бұл конденсатор тұрақты ток көзіне бірізділік тізбекпен қосылады. Мембранағы дыбыстық әсер кезінде, тұраты кернеу көзін айнымалыға айналдыратын сыйымдылық өзгеруін тудырып, тербеледі. Электроакустикалық түрлендіргіш ретінде конденсаторды қолдану ерекшеліктер қатарына конденсаторлы микрофон микрофон шығысы жүктеме кірісімен сәйкестендірілетін арнайы күшейткішпен жабдықталады.

Конденсаторлы микрофонның ерекше түрі болып кернеу көзін және қоректендіруді қажет етпейтін арнайы материалдан жасалған конденсатор пластинасы бар электретті микрофон болып табылады. Электретті микрофон мен конденсаторлы микрофонға қажетті микрофонды күшейткіш қоректендіргіші үшін ғана электретті микрофондарда бұл қорек көздері пайдаланылады.

Қазіргі заманғы конденсаторлы микрофон «фантомды қоректендіргіш» функциясы бар микшерлі пульт арқылы немесе арнайы қорек көзі арқылы берілетін 48 В тұрақты кернеу қолданылады. Көптеген профессионалды бейнекамералар бейне түсірілімде сыртқы конденсаторлы микрофондардың қолданылуы үшін фантомды қоректендіргішті беру мүмкіндігіне ие.

Микрофондар кеңістікті сипаттамасы бойынша бағытталған және бағытталмаған болып бөлінеді.

Бағыттылық диафрагма жазықтығына перпендикуляр осіне қатысты тұрақты интенсивтіліктің дыбыс көзінің орын ауыстыруы кезіндегі микрофонның сезгіштік өзгеруімен анықталады.

- сезгіштік әлсіз өзгерсе, бағытталмаған микрофон және оның бағыттылық сипаттамасы дөңгелек түрінде болады;

- егер сезгіштік фронтты жарты сфера аумағында аз өзгерсе, ал сыртқы жартысфера жағындағы сезгіштік күрт төмендесе, бағыттылық сипаттамасы жүрек түріндегі біржақты бағытталған микрофон кардиодты деп аталады;

- егер де кардиодты микрофон осьтен ауытқыған кезде, оның сезгіштігі, созылған кардиоидта жасап, өте көп төмендесе, бұл суперкардиодты микрофон;

- осьтен ауытқыған сәтте микрофонның сезгіштігі күрт төмендесе, бұл микрофон гиперкардиодты немесе үшкір бағытталған болып табылады.

- екі жаққа бағытталған микрофондар, сипаттама графиктері «сегіздік» болатын.

Бағытталу сипаттамасы, толқын ұзындығы және микрофон клемінің қатынасына тәуелді екендігін ескеру қажет, яғни дыбыс жиілігіне.

Коммутация тәсілдеріне сәйкес, микрофондар әдеттегі сымды және радиомикрофонға бөлінеді. Радиомикрофон – микрофон бастетіктен тұратын, тасымалдаушысы және қабылдаушысы (ресивер) бір қорапта орнатылған қондырғы. Ілгекті радиомикрофондар екі бөліктен тұрады: киімге бекітілген



микрофоннан және оған көрінбейтін кабель арқылы жасалған ( белге бекітіледі) транзиттерден.

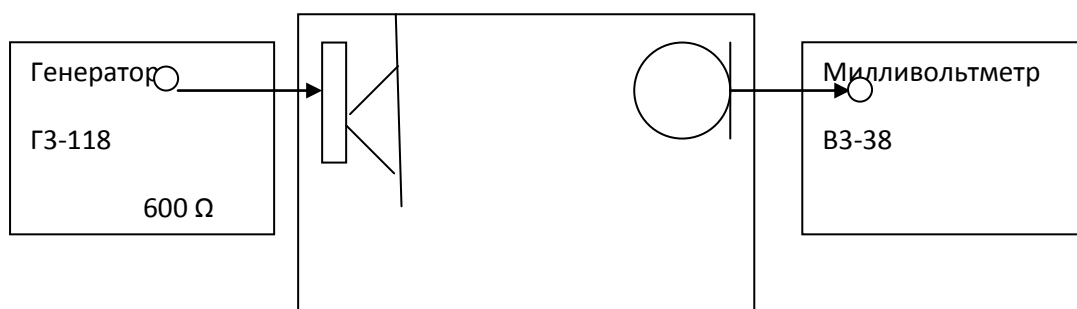
Микрофон сипаттамасын өлшеу үшін қалың ДСП-дан жасалған арнайы камера пайдаланылады, ал камераның оптималды көлемі Win ISD программасы арқылы пайдаланылған динамикалық бастетіктің параметрлерін пайдалана отырып есептелінеді және камераның ішкі беті дыбыс жұту коэффициенті

$$\alpha_{\text{погл}} = 0,7- 0,8$$

болатын ковролан болады.

## 2.2 Жұмыстың орындалу тәртібі

2.2.1 Өлшеу жүргізу сұлбасын 2.3-суретіне сәйкес жинау.



2.3 сурет – Өлшеу жүргізу сұлбасын жинау

2.2.2 Әрбір тесттен өткізілетін микрофон үшін өлшеу қажет:

- Номиналды диапазон жиілігі.
- 12 дБ шамасында болатын әртүрлі бағыттағы сезгіштігі.
- Бір қалыпты еместігін ескеріп, амплитуда-жиілікті сипаттамасын (АЖС).

2.2.3 Тесттен өткізілген микрофондарды классификациялау:

- Ұстаным әрекетімен.
- Кеңістік сипаттамасымен.
- Коммутация тәсілі және пайдалануға арнауы.
- Тесттен өткізген әр микрофонның дыбысты күшейтуін салыстыру.

2.2.4 Бұл үшін номиналь жиілік диапазонын өлшеу.

Генератордан берілетін сигнал жиілігін, дыбыс диапазоны шамасында өзгерте отырып, микрофонның шығысындағы милливольтметрдің көрсету өлшем бірлігін тіркеу. Микрофонның шығысында тіркелетін сигнал – номиналды жиілік диапазоны.

2.2.5 Деңгейі 12 дБ кезіндегі сезгіштікті өлшеу (4 рет).

- Микрофонның өз шу деңгейін өлшеу, ол үшін: генераторды қорек көзінен өшіріп, микрофонның шығысындағы кернеуді өлшеу.

- Генератордың қорек көзін қысып және милливольтметрдің өлшем бірлігі микрофонның өз шу деңгейінен 4 есе көп болатындай етіп, генератордың антенюаторды орналастырады.

- Содан кейін генератордың шығысындағы кернеуді өлшеу. Алынған мәндер микрофонның берілген бағыттағы сезгіштігіне сәйкес келеді.

- Микрофонның осьтік бағытын өлшеу. Микрофонды динамиктен ағытып және шамалы бұрышқа оны динамиктен бұру.

2.2.6 Бірқалыпты еместігін ескеріп АЖС-ны өлшеу.

- ГЗ-118 генератордан берілетін сигнал жиілігін, дыбыс диапазоны шамасында өзгерте отырып, микрофонның шығысындағы кернеуді бекіту (фиксируя). Алынған мәндер бойынша кесте құру.

- Кестедегі кернеудің максималды және минималды мәндер айырмасы АЖС-ның бірқалыпты еместігін түсіндіреді.

- Камерадағы микрофонды ауыстырып, өлшеуді қайталау.

**2.3 Өлшеу арқылы алынған мәндерді салыстыру. Тесттелген микрофондарды классификациялау**

**2.4 Қосымша сұрақтар**

2.4.1 Динамикалық микрофонның жұмыс принципі және пайдалану облысы.

2.4.2 Конденсаторлы микрофонның жұмыс принципі және олардың пайдалану облысы.

2.4.3 Тесттелген микрофондардың номиналды диапазон жиілігін, әр түрлі бағыттағы сезгіштігін және АЖС-ның бірқалыпты еместігін салыстыр.

**3 Зертханалық жұмыс №3. Дыбыс жиілігіндегі сүзгіштердің параметрлерін өлшеу және классификациялау**

Жұмыстың мақсаты: әр мақсаттағы сүзгілермен жұмыс жасауға дағдылану.

**3.1 Теориялық дайындық**

Дыбыс режиссерының микшерлік пультінде, байланыс желісінің кірісі және шығысында, күшейткіштерде – дыбыс сигналдарының жиілікті

өңдейтін қондырғылары – жиілік корректорлары болады және олар әр типтегі сүзгілерден тұрады.

Радиотарату торабында, жоғарғы жиілікті көтеру сүзгісі жоғарғы және төменгі жиіліктерді біртіндеп көтеру немесе төмендету сүзгісі, «қатысу» сүзгісі, графикалық корректорлар (эквалайзер) және т.б. сүзгілер пайдаланады.

АЖС-сы біртіндеп жоғарлап немесе төмендейтін сүзгілер, дыбыс режиссеріне, көлемді шектерде жеке көздердегі спектральді сипаттамасының төменгі және жоғарғы жиіліктегі дыбыс диапазонын өзгертуге мүмкіндік береді. Осындай сүзгілердің көмегімен шеткі жиіліктегі сигналды  $\pm 20$  дБ-ге дейін біртіндеп немесе сатылай басқаруға болады және студиядағы акустика ақауларын жайып, микрофонның дұрыс орналаспауын, ескілігін білдіртпейді. Спектрдің белгілі бір жерлерін өсіріп немесе бөліп алуға және дыбыстың шығуын біршама жақсартуға болады. Кез келген сүзгіні субъективті пайдалану бірінші сигналдың тембрі өзгерткенге сәйкес қабылданады.

Кесу сүзгісі дыбыстың сипаттамасын өзгертпейді. Мысалы, «телефондағы сөз» секілді дыбыс эффектісін алуға болады.

Кесу сүзгілері үн шығарудың сипатын өзгертуі мүмкін. Мысалы, «телефонмен сөйлесу», «радио арқылы хабар тарату» осы сияқты дыбыстық әсерлерді тудыруға болады. Бұл сүзгілер кейбір аспаптардағы артық дыбыстарды алып тастауға, ЖЖ пен ТЖ-тік бөгеттердің әсерін болдырмауға, ескі жазбаларды жаңғыртуда керек. Бірақ көбінесе бұл сүзгілер төменгі жиілікті фонның әлсіреуіне немесе жоғары жиілікті магнит лентасының шуын азайтуға қолданады.

Қатысу сүзгілері атауы оларды қолданған кезде, орындаушының даусы тыңдаушының тура жанынан шығып тұрғандай әсер береді. Бұл сүзгілер орташа жиілік аумағын ерекшелейді, сондықтан әншілердің дауысы, аспаптардың үні ерекше ашық және құлақ жағымды болып естіледі.

Әдетте, қатысу сүзгілері спектрдің тар аумақтарын 10 дБ көтеруде 700-4000 Гц диапазонында ерекшелеуге мүмкіндік береді. Қатысу сүзгісінің резонанстық жиілігі ажыратқыш арқылы жүзеге асады. Көбінесе резонанстық ретінде 0,7; 1,4; 2,0; 2,8 және 4кГц жиіліктер пайдаланылады. Сигналды ерекшелеп көрсету үшін бас әнші 2,8 кГц аймағындағы жиілікті таңдайды. 2,8.....3,2 кГц аралығындағы жиілік дауысқа тембралдық көрік береді.

Заманауи пультттерді тек қана орта жиілік аумағында көтерілу жасап қана қоймай, сонымен қатар спектрдің бір бөлігін қиып алуға болады.

Графикалық корректорларда деңгейді бақылайтын тұтқасы АЖС графиктеріне ұқсайды, сондықтан атауы да графикалық деп аталады.

АЖС графикалық корректорына қарап оның, алдыңғы корректорлардан озық екенін, байқауға болады. Барлық жиіліктік диапазонда графикалық

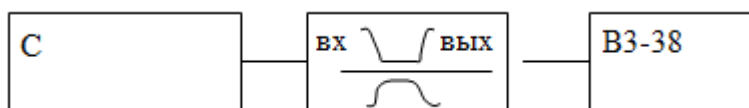
корректорлар 12 дБ –ден кем болмайтындай диапазон деңгейінде реттеулер жасауға болады.

### 3.2 Жұмыстың орындалу реті

3.2.1 Орнатылған зертханалық УРВС-94 стойкасының фильтр кірісіне ГЗ-118 дыбыстық жиіліктегі генератордан 1 В сигнал беру керек. Реттеушілер тұтқасын ең шектік сол жағдайына қою керек. ВЗ-38 вольтметрі арқылы шығыстағы сүзгінің сигнал деңгейін тексеріп, АЖС-сын алып, кестеге өлшенген мәліметтерді енгізу қажет.

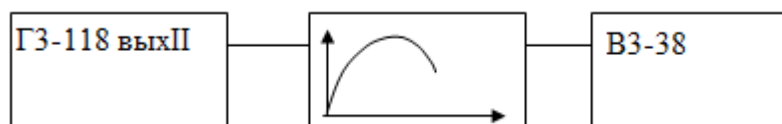
3.2.2 Реттеушінің тұтқасын көлденең қойып, АЖС-сын алып, алынған мәліметтерді кестеге толтырып, алдыңғы алынған мәндермен салыстыру керек.

3.2.3 3.1- суретке сәйкес етіп сұлбаны жинау қажет. Реттеу сүзгісінің жай-күйін ақырындап өзгерте отырып, музыкалық үзінділердің дыбысталу айырмашылықтарын салыстыру, сәйкесінше қорытынды жасау.



3.1 сурет - АЖС сүзгісін өлшеу кезіндегі сұлба

3.2.4 3.2-суретке сәйкес сұлба жинау. (20-20000 Гц) дыбыстық диапазон аралығында кіріске 1В бере отырып, жиілікті жартылай логарифмдік шкала бойынша өлшеу. Алынған мәліметтерге қарап, берілген сүзгінің тағайындалуы жайлы қорытынды жасау.



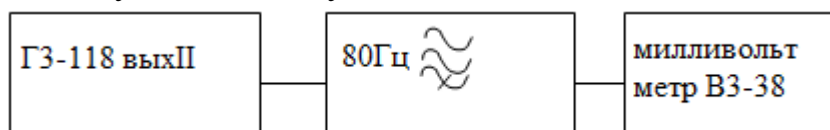
3.2 сурет - АЖС сүзгісін өлшеу кезіндегі сұлба

### 3.3 80 Гц пен 1000 Гц жиілікте бапталған, режекторлық сүзгінің өткізу жолағын өлшеу

3.3.1 ГЗ-118 генераторының шығыс II-ні 3.3-суретке сәйкес қосу керек. Сигнал деңгейі 1, ал генератордың жиілігі резонанстық жиілікке сәйкес келу керек.

3.3.2 Резонанстан генератор жиілігін ауытқыта отырып, ВЗ-38 вольтметрімен қадағаланылатын максимумнан 0,7 рет аз болатын сигнал деңгейін алу. Мәндерді алған соң, берілген сүзгінің өткізу жолағын бағалау.

3.4 3.3.1 және 3.3.2 бөлімдері сияқты 1000 Гц жиілікте режекторлық сүзгінің өткізу жолағын алу.



3.3 сурет- АЖС сүзгісін өлшеу кезіндегі сұлба

3.4.1 Алынған мәліметтерді кестеге толтырып, 2 сүзгінің АЖС графигін тұрғызып, 80 Гц пен 1000 Гц үшін алынған өткізу жолағының мәндерін есеп беруде көрсету. Алынған мәліметтерді салыстыра отырып, оларға сипаттама беру.

### 3.5 Бақылау сұрақтары

3.5.1 корректордың жиіліктік сипаттамасының тағайындалуын түсіндіріңіз.

3.5.2 Компандерлік жүйенің тағайындалуын және жұмыс істеу қағидасын түсіндіріңіз.

3.5.3 Тығыздау, тығыздау коэффициенті, кеңейтілім деген не?

3.5.4 «Долби» табалдырықтық шу бәсеңдеткіштің жұмыс істеу қағидасы.

## 4 Зертханалық жұмыс №4. Дыбыстың алдамшы (маскировка) құбылысын зеттеу

Жұмыстың мақсаты: деңгейлеріне байланысты сигналдың алдамшы құбылысымен танысу.

### 4.1 Теориялық дайындық

Пайдалы сигнал мен бөгеттің спектралдық ерекшеліктеріне байланысты сигнал алдамшы түрі әртүрлі болуы мүмкін. Тонның абсолютті естілуіне сәйкес, қисық алдамшы қисықтың өзінен әлдеқайда жоғары орналасады. Алдамшы тондардың қисықтарынан келесі қорытынды алуға болады, төмен деңгейлі жоғары тондар алдамшы төменгі зор тондар болып келеді, ал төменгі деңгейлі төменгі тондар жоғарғы зор тон болып жасырынбайды.

Жеткілікті жоғарғы дыбыс қаттылығының деңгейде етудің сызықсыз қасиеттері пайда болады, соның нәтижесінде тонның естілуінде таза тонды алдамшы тоннан ажырату қиын. Мысалы, өлшенетіннің тонның жиілігі

негізгі тоны алдамшы тонға жақын, екі еселенген немесе үш еселенген болса, кең диапазонда деңгейлердің өзгеруі естіледі.

Сезу деңгейі сезуді субъективті сипаттамайды. N гр дыбыстың деңгейі дейтін түсінік бар. Ол фонмен өлшенеді. Кез келген дыбыстың деңгейіне 1000 Гц таза тон жиілігіне тең децибелл деңгейі алынады. Дыбыс қаттылығын бағалаған кезде 1000 Гц тон жиілігінің эталонымен салыстырылады.

Фондағы дыбыс қаттылығының деңгейі эталон дыбысының деңгейін бағалайтын децибелл санына сәйкес келеді, егер олардың естілу деңгейлері бірдей болса.

$$N_{гр} = 20 \lg (p_{зв.эт} / p_{зв.0}).$$

## 4.2 Өлшеу жүргізу қағидасы

Өлшеу жүргізу барысында екі дыбыстық генератор қолданылады: біреуі жасырушы екпін (тон) көзі, екіншісі өлшеуіш екпін көзі болып табылады. Өлшеу қатысушыларының бас телефондарына екі екпін бірге беріледі.

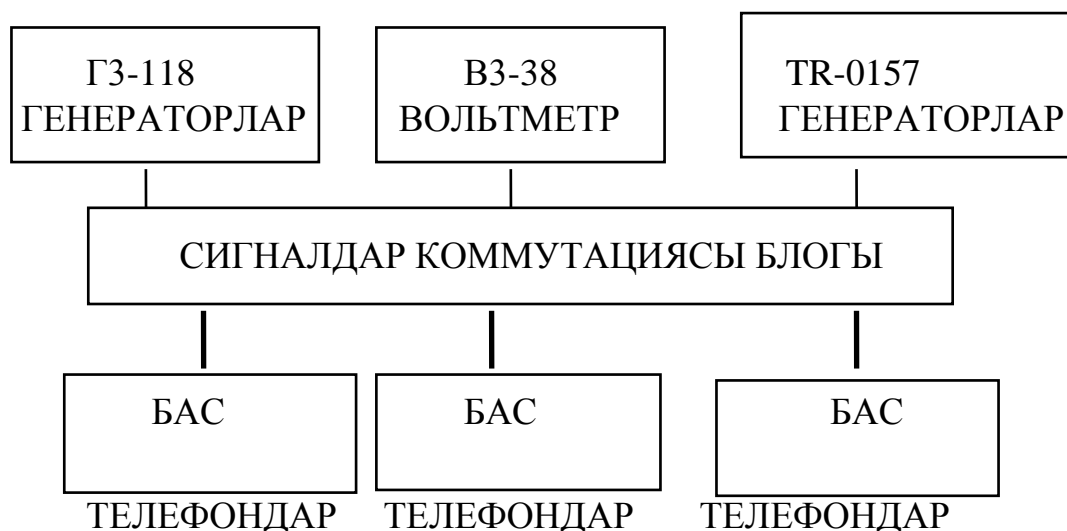
Өлшеуіш екпіннің кернеулік деңгейін 0 В- тан белгілі бір минимал мәнге жоғарылату арқылы, өлшеуіш екпін жасырушы дыбыс аясында естіле бастайды, жасыру бар кездегі лайықты естілу шамасы, кернеулік кестесіне енгізіледі және тіркеледі. Вольтметр бас телефондардың кірісіне қосылғандықтан, өлшеуіш екпінді сөндірулі және керісінше болғанда жасырушы екпіннің кернеулік деңгейін өлшеу жүргізіледі.

Өлшеулер бірнеше рет 20 Гц- тен 20 кГц жиілік диапазондарында қайталанатын. Өлшеулер нәтижесі дыбысты қабылдаудың субъектілік өзгешеліктеріне тәуелді, сондықтан әр қатысушы оларды өздері тіркейді. Алынған деректерді салыстыру зертханалық жұмыстың соңында жүргізіледі.

Жасырушы екпін бар кездегі естілу шамасын есептеуді жүргізу барысында, телефондардың параметрлері және олардың жиіліктік сипаттамасының біркелкі еместігі ескеріледі.

Өлшеуді жүргізуге арналған аспаптық кешенінің құрылымдық сұлбасы 4.1 суретте көрсетілген.

Одан әрі есептеулер үшін қажетті, ТДС-15 телефонының техникалық сипаттамалары: №1 зертханалық жұмыста, дыбыстық қысымның типтік жиіліктік сипаттамасы 1.2 суретте көрсетілген.



4.1 сурет- Дыбыстың жасырынушылық құбылысын зерттеуге және дыбыстық қысымның жиіліктен тәуелділігін алуға арналған аспаптық кешенінің құрылымдық сұлбасы

### 4.3 Аспапты жұмысқа дайындау

#### 4.3.1 Сұлба бойынша аспапты қосу (4.1 суретті қара).

Ол үшін:

- өлшеуге қатысушылардың бас телефондарын, зертханалық қондырғының үстіңгі тақтайының астында орналасқан бас телефондарды қосуға арналған ұяларға қосу;

- ГЗ-118 генераторының шығысын (ажыратқыш «ВЫХОД II») «1 ГЕНЕРАТОР» «Сигналдар коммутациясы блогы» ажыратқышына қосу;

- «ATT.OUT» блогының TR-0157 генераторының шығысын «AUDIO GENERATOR» «Сигналдар коммутациясы блогына» «2 ГЕНЕРАТОР» ажыратқышына қосу;

- ВЗ-38 вольтметрдің шығысын «Сигналдар коммутациясы блогында» «ВОЛЬТМЕТР» ажыратқышымен қосу.

ГЗ-118 генераторының тұтқасын «РЕГ.ВЫХОД» солға қарай бұру.

«ОСЛАБЛЕНИЕ dB» ауыстырып- қосқышты «60» жағдайына орнату.

4.3.3 ГЗ-118 генератордың және ВЗ-38 вольтметрдің электр қуат көзін қосу.

4.3.4 TR-0157 құрылғысының «AUDIO GENERATOR» блогында «FREQU.RANGE» ауыстырып- қосқышындағы барлық ілгектерді (кнопка) орып шығару (отжать). «MAINS» ілгегін басу арқылы TR-0157 құрылғысының электр қуат көзін қосу. Бұл кезде құрылғының беткі панелінің жоғарғы оң жақтағы бұрышында индикаторлық лампы жанады.

#### 4.4 Естілу екпінің, оның $F_{ш} = 1000$ Гц жиіліктегі және $N_{ш} = 60$ дБ деңгейдегі екпінмен жасырыну шегін өлшеу

4.4.1 «Сигналдар коммутациясы блогының» «ИСТОЧНИК СИГНАЛОВ» ауыстырып- қосқышын «ГЕН.2» жағдайына қою арқылы, бас телефондарды және вольтметрді TR-0157 генераторының шығысына қосу.

«FREQUENCY» тұтқасымен және ілгекті ауыстырып- қосқышпен «FREQU.RANGE» «AUDIO GENERATOR» TR-0157 генераторында «ATT.OUT» шығысында жасырушы екпіннің  $F_{ш} = 1000$  Гц жиілігін орнату.

4.4.2 Сатылы ауыстырып- қосқыштың «ATTENUATOR dB» ВЗ-38 вольтметрiнiң көрсетiлiмi және бiркелкi ауыстырып- қосқыштың «ATTENUATOR» (басылып тұрған жағдайда) кiшкене тұтқасы бойынша  $N_{ш} = 60$  дБ деңгейiне сәйкес келетiн, телефондарда  $U_2$  кернеуiн орнату:

$$U_2 = U(500) 10^{-K}, \text{ мұнда}$$

$$K = \frac{94 - N_{ш} + N(F_{ш}) - N(500)}{20}$$

$U(500)$  – 94 дБ дыбыстық қысымды орнату үшін, телефонға 500 Гц жиіліктегі екпінді сигналдың кернеуін беру қажет.

$$U(500) = \sqrt{P_{\text{тел}} R_{\text{ном}}}$$

$N(500)$  – ТДС-15 дыбыстық қысымның жиіліктік сипаттамасымен анықталатын (1.2 суретті қара );  $N(F_{ш})$  - де  $F_{ш}$  жиілік үшін, 500 Гц жиілікпен телефон шығаратын, дыбыстық қысым (дБ).

4.4.3 ГЗ-118 генераторымен өнделетін, 20 Гц –ке тең, өлшеуіш екпіннің  $F$  жиілігін орнату.

4.4.4 Бас телефондарға және вольтметрге екі генератордың шығысынан бірдей екпінді сигналдарды беру. Ол үшін «ИСТОЧНИК СИГНАЛОВ» «Блока коммутации сигналов» ауыстырып- қосқышын «ГЕН.1 + ГЕН.2» жағдайына қою.

4.4.5 «РЕГ.ВЫХОДА» тұтқасымен және «ОСЛАБЛЕНИЕ dB» ауыстырып- қосқышымен ГЗ-118 генератордың шығысындағы кернеуді біркелкі жоғарлату, өлшеуге қатысушы өлшеуіш екпінді ести бастағанда, сол деңгейде оны жазып алу.

4.4.6 ГЗ-118 генераторының шығыс кернеуінің реттеуші тұтқалардың жағдайын өзгертпей, «ИСТОЧНИК СИГНАЛОВ» ауыстырып- қосқышын «ГЕН.1» жағдайына орнату. Мұнда бас телефондар және вольтметр тек ГЗ-118 генераторына қосылу болады.

$U_1(F)$  вольтметрдің көрсетілімін кестеге жазып алу.

4.4.7 ГЗ-118 генератордың «РЕГ.ВЫХОДА» тұтқасын солға қарай бұру (до упора). «ОСЛАБЛЕНИЕ dB» ауыстырып- қосқышын «60» жағдайына



орнату. Басқа дыбыстық аймақтар үшін 4.5.4 - 4.5.8 пункттердегі тапсырмаларды қайталау.

4.4.8 а)  $F_{ш} = 1000$  Гц,  $N_{ш} = 80$  дБ ; б)  $F_{ш} = 2000$  Гц,  $N_{ш} = 60$  дБ; в)  $F_{ш} = 2000$  Гц,  $N_{ш} = 80$  дБ жасырушы екпіндегі, екпінді есту шегін өлшеу.

Өлшеулер 6.4 бөлімде көрсетілген әдістемелермен жүргізіледі. Алынған нәтижелерді кестеге енгізу қажет.

#### 4.5 Өлшеу нәтижелерін өңдеу

4.5.1 Әр жиілік аймақтары үшін  $N_{аш}$  есту шегінің деңгейін, мына формула бойынша анықтау:

$$N_{аш}(F), \text{ дБ} = 20 \lg \frac{U_1(F)}{U(500)} + N(F) - N(500) + 94,$$

мұндағы  $N(F)$  – ТДС-15 дыбыстық қысымның жиіліктік сипаттамасымен анықталатын (1.2 суретті қара),  $F$  жиілікте телефон шығаратын, дыбыстық қысым (дБ).

4.5.2 6.4 б. алынған нәтижелер бойынша есту шегінің деңгейін анықтау.

#### 4.6 Бақылау сұрақтары

4.6.1 Төменгі және жоғарғы жиілікті сигналдарды араластырғанда маскировка құбылысы қалай естіледі?

4.6.2 Естілу шегінің қисығына қатысты маскировка қисығы қайда орналасады?

4.6.3 Хорлардың құрамаларындағы әйелдер және еркектер даусының санының және симфониялық оркестрлердегі скрипкалар мен виолончельдердің санының қатыстығы немен анықталады?

### 5 Зертханалық жұмыс №5. АЖБ (арнаның жиіліктік бөлінуі) арқылы ЖЖ (жоғарғы жиілікті) арнаны тарату жүйесін зерттеу

Жұмыстың мақсаты: тарату жүйесін ЖЖ АЖБ-сы бар арнаның жұмыс істеу принциптерін зерттеу және сигналдың түрлену процесін зерттеу.

## **5.1 Үйден дайындалып келетін сұрақтар**

АЖБ-сы бар магистральді тарату жүйесінің жұмыс істеу принципін, оның құрылымдық сұлбасын және сұлбаның барлық элементін оқып келу керек.

## **5.2 Қолданылатын құрылғының сипаттамасы**

Бұл жұмыста СОМ-7А/1, СОМ-7А/2 и СОМ-7А/3 блоктарының комплекты қолданылады. СОМ-7А/1 блогында жұмыс істеу үшін толқындарды таситын генератор қажет. СОМ-7А/2 блогында шеткі жіберу құрылғысының негізгі функционалдық түйіні орналасқан, ал СОМ-7А/3 блогында АЖБ-сы бар тарату жүйесін қабылдау аппаратурасының негізгі функционалдық түйіні көрсетілген. Сонымен қатар осциллограф, генератор ТЖ, жиілік өлшегіш, айнымалы токтың вольтметрі керек.

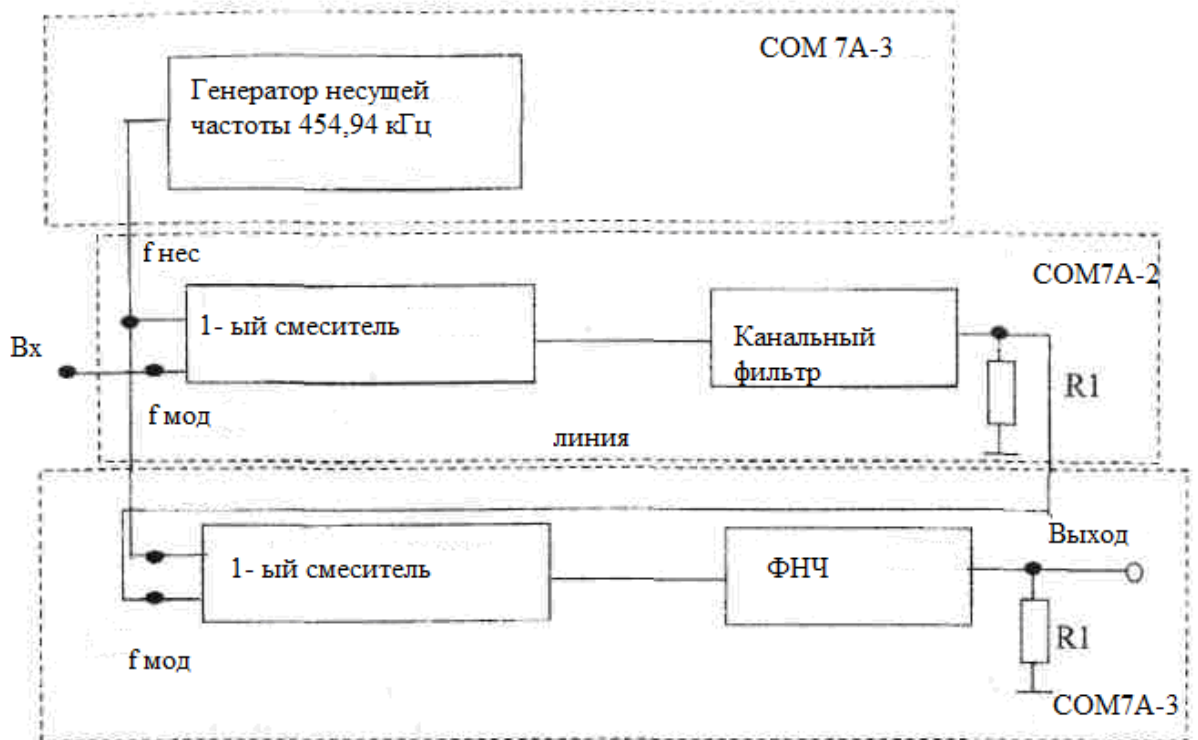
## **5.3 Жұмыстың орындалу реті**

5.3.1 5.1- суретте көрсетілген сұлбаны жинау.

5.3.2 Осциллограф және жиілік өлшегіш көмегімен генератордың шығысында тасымалдайтын жиілікте сигналдың бар екеніне көз жеткізу.

5.3.3 ТЖ генератордан жиілігі 1 кГц және амплитудасы 1 В болатын синусоидалы сигнал 1-ші араластырғыш модулятордың кірісіне беруіміз керек. Осциллограф көмегімен ТЖ генератордың шығысында сигнал бар екеніне көз жеткізуіміз керек және сигналдың формасын салуымыз керек.

5.3.4 Жіберу трактында 1-ші араластырғыштың шығысына осциллографты жалғау және сигналдың формасын салып алу. ТЖ сигналдың амплитудасын өзгерте отырып, модуляторда амплитудалық модуляция процесі жүріп жатқанына көз жеткізу.



5.1 сурет – Эксперименттік қондырғының құрылымдық сұлбасы

5.3.5 Модулятордың арналық фильтр шығысына осциллографты жалғау және осы нүктеде сигналдың бар болуына көз жеткізу. Жиілікті өлшеу және сигналдың формасын салу.

5.3.6 Қабылдау (демодулятор) трактінде 1-ші аралстырғыштың шығысына осциллографты жалғау және осы нүктеде сигналдың бар болуына көз жеткізу. Сигналдың формасын, сигналдың ерекше формасының болуы, демодуляторға кезектегі сигнал екі жиілігі бойынша мөлшерлес жоғарғы жиілікті сигналдың болуымен түсіндіріледі.

5.3.7 Қабылдау трактінде ТЖСнің шығысына осциллографты жалғау және осы нүктеде сигналдың бар болуына көз жеткізу. Кірістегі сигналдың формасын қайталайтын сигналдың формасын салып алу.

## 5.4 Нәтижелерді өңдеу

Қорытындыда міндетті түрде келесі графикалық материалдар болу керек:

- ТЖ генератордың шығысындағы кезекті сигналдың формасын суреті;
- тасымалдайтын жиіліктегі генератордың шығысындағы сигнал формасының суреті;
- модулятор шығысындағы сигнал формасының суреті;
- арналық сүзгінің шығысындағы сигнал формасының суреті;
- демодулятор шығысындағы сигнал формасының суреті;

- ТЖС шығысындағы сигнал формасының суреті.  
Масштабы ТЖ және ЖЖ сигналдардың суретте айырмашылығы көрінетіндей етіп алу керек.

## **5.5 Бақылау сұрақтары**

5.5.1 АЖБ арқылы тарату жүйесінің жұмыс принципі.

5.5.2 Зерттеліп отырған сұлбаның барлық құрылғысының жұмыс істеуін түсіндір?

5.5.3 Қандай стандартты арналар тобы бар және олар қандай жиілік диапазонын қамтиды?

5.5.4 Бұл зертханалық жұмыста арналық сигналды алудың қандай әдісі қолданылады?

5.5.5 Көрші арналардың тасымалдаушы жиілігі қай параметрлерге карап таңдалуы керек?

5.5.6 ОБП қалыптастырудағы сүзгілік және әртүрлі фазалық әдістерді түсіндіріңіз.

5.6.7 Бірнеше рет топтықты қолданған кезде сүзгінің санын қалай есептейміз?

5.5.8 АЖБ арқылы қолданылатын құрылғының модуляция түріне сипаттама беру.

5.5.9 АЖБ бар жүйенің артықшылықтары атап бер.

5.5.10 Зертханалық жұмыста алған осциллограмманы түсіндіріп бер.

## **6 Зертханалық жұмыс №6. АУБ арқылы арнаның тарату жүйесінің құрылу принципі**

Жұмыстың мақсаты: дискретизация құбылысымен танысу және аналогтық сигналды қайта қалпына келтіру, сонымен қатар модулятордың АИМ эксперименттік зерттеу, сигналдарды тығыздау және бөлу принциптері.

### **6.1 Үйден дайындалатын сұрақтар**

Дискретизация принципін, Котельников теоремасын, АИМ сигналын алу принципін, оның спектрін, сигналдың уақыттық бөлінуін және кезекті сигналдың қабылдауда қайта қалпына келуін оқып, дайындалып келу.

### **6.2 Қолданылатын құрылғы сипаттамасы**

Зертханалық қондырғы СОМ-6А/1 және СОМ-6А/2 блоктарынан тұрады. СОМ 6А/1 блогының құрамында кең аралықта басқарылатын

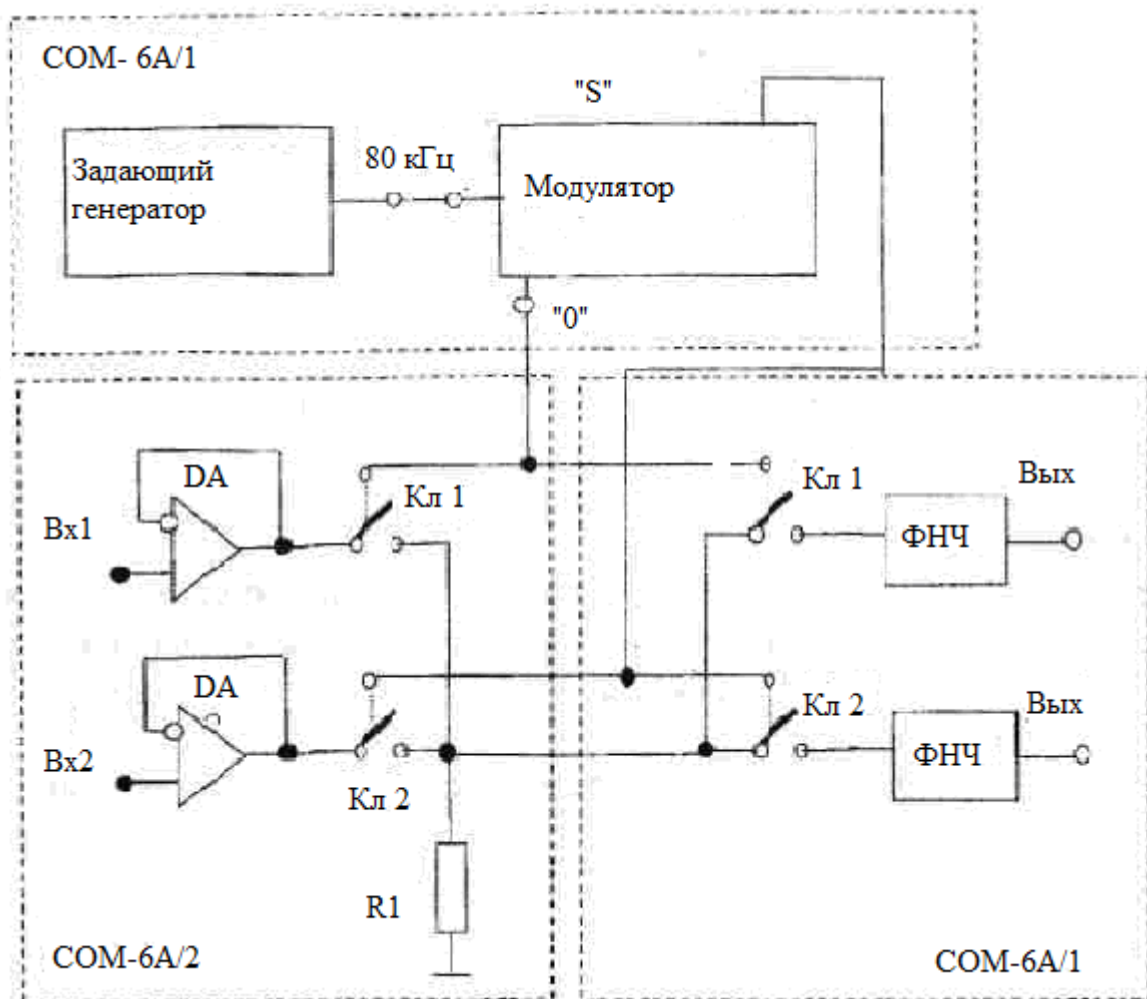
ұзақтық, импульс және жиілікті беретін генераторынан; импульстік сигналдармен басқарылатын электрондық кілттерден, сондай-ақ анықтаушы генератордың модуляторынан, АИМ сигналдардың қалпына келу схемасы элементтерінен, электрондық кілттерден және төменгі жиілікті сүзгіден тұрады. СОМ 6А/2 блогы каскадтар мен электрондық кілттерді келістіретін АИМ модуляторының негізгі түйіндерінен тұрады. Сонымен қатар осциллограф, синусоидалы ТЖ сигналдар генераторы және жиілік өлшеуіш пайдаланылады.

### **6.3 Жұмыстың орындалу реті**

6.3.1 6.1- суретте көрсетілген сұлбаны жинау.

6.3.2 Осциллографты беруші генераторға қосу және жиілігі 80кГц импульстердің болуына көз жеткізу. Егер осы шығыста сигнал болмаса, онда басқа 20 кГц, 40 кГц және т.б шығыстармен қолдануға болады.

СL-модулятор (бұл құрылғы сигналдар арасында фаза ығысуын қамтамасыз етеді ) кірісіне осы сигналды беру және осциллографтың екі арнасы арқылы модулятордың «0» және «5» шығыстарындағы импульстік сигналдарды көріп сызып алу. «5» ұяшығындағы импульс «0» ұяшығындағы импульске қатысты ығысқанына көз жеткізу.



6.1 сурет- Тығыздалған екі арналы УБК-АИМ-ды зерттейтін эксперименталды құрылғы сұлбасы

6.3.3 Сұлбаның 1 кірісіне және 2 кірісіне жиілігі 1кГц синусоидалы сигнал беру. Осциллографты қосып, 1 және 2 кіріске берілген сигналдар формасын сызып алу. Электрондық кілттердің шығысында шығатын сигналдарды бірінің астына бірі етіп салу.

6.3.4 Тарату трактының шығысындағы топтық сигналдарды зерттеу. Ол үшін осциллографты тарату трактының шығысына қосу және сигнал формасын сызып алу керек. 1 және 2 кірістерден кезектеп сигналдарды алу және топтық сигнал формасының да өзгеріп жатқанына көз жеткізу.

6.3.5 Қабылдау трактында топтық сигналдардың ажырау процесін зерттеу. Ол үшін осциллографты қабылдау трактындағы 1 және 2 кілттер шығысына қосып, сигнал формаларын салып алу.

6.3.6 Қабылдау трактындағы сигналдардың қалпына келу процесін ФНЧ көмегімен зерттеу. Осциллографты ТЖФ шығысына қосып, арна шығысындағы сигнал кіріске берілетін сигнал формасын қайталап тұрғанына көз жеткізу.

Сұлбаның барлық нүктелеріндегі сигналдар формасын сызып алу.

## **6.4 Нәтижелерді өңдеу**

Міндетті графикалық материал:

- сұлбаның ТЖ генератордағы сигнал формасы суреті;
- СL-модулятор шығысында қолданылатын сигнал формасы суреті;
- модулятордың «0» және «5» шығыстарындағы импульстік сигналдар;
- тарату тракты шығысындағы топтық сигнал формасы суреті;
- электронды кілттердің қабылдау тракты шығысындағы сигналдар суреті;
- ТЖФ шығысындағы қалпына келген сигнал суреті.

Тарату жүйесін ВРК-АИМ мен ұйымдастыру мүмкіншілігі мен оның негізгі артықшылықтары мен кемшіліктері туралы қорытынды жасау.

## **6.5 Бақылау сұрақтары**

6.5.1 Котельников теоремасын шектеулі спектрі бар үздіксіз сигналдар дискретизациясы үшін тұжырымдау.

6.5.2 АИМ сигнал дегеніміз не? Кілт арқылы АИМ сигналдар алынуы қалай жүреді?

6.5.3 АИМ сигналдарның негізгі параметрлерін атаңыз. Олар неге байланысты?

6.5.4 Бастапқы сигналдардың қалпына келуі үшін не істеу қажет?

6.5.5 АИМ сигналдардың екі негізгі бұрмалану түрін атаңыз? Олар қалай жойылады және неге әсер етеді.

6.5.6 Қандай түсініктен бастапқы сигналдардың дискретизация жиілігі анықталады.

6.5.7 Уақыттық бөліну каналы (УБК) бар тарату жүйесінің сұлбасындағы барлық құрылғылардың тағайындалуы.

6.5.8 Топтық АИМ сигналға сызықты тракт бойынша таралу кезінде бөгеуілдер қалай әсер етеді.

6.5.9 Алынған осциллограммалар бойынша сигналдардың өзгеру процесін түсіндіріңіз.

6.5.10 Қабылдау тракты мен тарату тракты құрылғыларының жұмысының синхронизациясы не үшін қажет.

## **7 Зертханалық жұмыс №7. Амплитуда- импульстік модуляцияланған байланыс жүйелерін зерттеу**

Жұмыстың мақсаты: амплитуда-импульстік модуляцияны (АИМ) қолданатын, арналары уақыт бойынша тығыздалған байланыс жүйелерінің құрылымдық қағидаларын оқып білу және сигналдың АИМ-мен құрылу процестерін талдау.

## **7.1 Үй тапсырмасы**

Топтық АИМ сигналдарын алу қағидасын ұсынылған әдебиеттер көмегімен зерттеу. АИМ-ды қолданғанда топтық сигналдардың қалыптасу принциптерін, АИМ-ы бар байланыс жүйелерінде арналардың бөліну принциптерін, сонымен қатар АИМ-мен сигналдардың қалпына келу процестерін зерттеу.

## **7.2 Зертханалық қондырғының сипаттамасы**

Өлшеулер жүргізуге қолданылады:

- «Арналардың уақыт бойынша бөліну принциптерін зерттеу» зертханалық қондырғысы;

- OS-620 екі арналы осциллограф;

Бұл зертханалық жұмыс 7.1-суретте қондыру блок сұлбасы арқылы орындалады (А -қосымшадан қара). Қондырғы өшіріліп тұрған кезде ғана сұлбаны жинау керек!

## **7.3 Жұмыстың орындалу реті**

7.3.1 Өлшеулер жүргізу үшін зертханалық қондырғыны дайындау. Ол үшін:

- басқару құрылғысында тумблерді «32кГц» және «цикл» күйіне қою;

- басқару құрылғысында «тастау» түймесін аз уақытта басу;

- байланыс желісіндегі УР регенерация құрылғысының тумблерін «выкл» күйіне қою;

-байланыс желісіндегі потенциометрді «шу деңгейін» сағат тіліне қарсы шекті күйіне жеткізу;

- осциллографты және зертханалық қондырғыны қуат көзіне қосу.

7.3.2 АИМ-мен дискретті сигналдың қалыптасуы.

Амплитуда-импульстік модуляцияланған дискретті сигналдардың қалыптасуын талдау, ол үшін келесі операцияларды орындау қажет:

Байланыстыру сымы арқылы мультиплексордың 0 кірісіне F1 тексеру сигналын қосу. Осы нүктеге осциллограф арнасының У кірісін қосу.



Қорытынды сигналдың осциллограммасының пайда болуын бақылау. Қорытында аналогты сигналдың осциллограммасын сызу.

Осциллографтың экранындағы шкаласын пайдалана отырып және беттік панельдегі «Развертка - время / дел» ауыстырып-қосқышына сәйкес келетін бөліну бағасын ескере отырып, қорытынды сигналдың уақыттық периодын анықтау.

Осциллографтың екінші арнасын мультиплексордың шығысына қосу (КТ1 бақылаушы нүкте). Оның экранында амплитуда - импульсті модуляцияланған сигналдың пайда болуын бақылау. Берілген жағдайда ол Мультиплексордың құрамына кіретін электронды кілттердің көмегімен жүзеге асады.

Сол жақ кнопканы басып тұрған күйде (ал оң бос болады) көршілес екі есептеулердің арасындағы уақыттық интервалды өлшей отырып, дискретизация периодын анықтау. Алынған өлшемді есептеулер хаттамасына енгізу.

Осциллографтың екінші арнасының кірісіне келіп түскен амплитудалы- импульсті сигналдың осциллограммасын сызу. Оны белгісі және уақыттық осі бойынша масштабын сақтай отырып, қорытынды сигналдың астына түсіріңдер.

F1 – кіріс 0 мультиплексор байланысын үзіндер.

F2 қорытынды сигналын және 1 мультиплексордың кірісіне Y осциллографтың кіріс арнасын жалғандар. Осы пунктте орындалатын барлық өлшемдер үшін Y кіріс арнасы КТ1 қорытынды нүктесіне жалғаулы күйінде болады.

Осциллографтың екі кірісіне де келіп түсетін сигналдардың осциллограммаларын сызу (F2 қорытынды сигналы және сәйкесінше АИМ сигнал). Барлық жағдайларда уақыттық (горизонтальды) осі бойынша масштабты және олардағы белгілеулерді сақтау. Сызба кезінде осциллограммаларды оларда сигналдар арасындағы қатынастар көрінетіндей етіп, бірінің астына бірін орналастырыңдар. F2 - арна 1 мультиплексор байланысын үзу. Алдыңғы пункттегі өлшеулерді F3 қорытынды сигналды 2 мультиплексордың кірісіне беріп қайта орындандар.

### 7.3.3 УБК құрылым принциптерін зерттеу.

F1 қорытынды сигналын 0 мультиплексор кірісіне жалғастырушы баудың көмегімен жалғандар. Осциллографтың Y арнасы кірісін СИ1-ге, ал X арнасы - КТ1- ге жалғандар. Осциллограммасын сызыңдар. Осциллографтың Y арна кірісін СИ1-ге, X арна кірісін біртіндеп СИ2, СИ3, СИ4-ге ауыстырып-қосыңдар. Оларды бірінің астына бірін орналастырып осциллограммаларын сызыңдар.

7.3.4 Топтық сигналдың құрылу процесін зерттеу. Ол үшін келесі операциялар орындалады.

F1 қорытынды сигналын және осциллографтың Y арнасының кірісін 0 мультиплексорға жалғау (алғашқы байланыс арнасының кірісі). X арнаның кірісі КТ1 бақылау нүктесіне жалғаулы күйде болады (мультиплексордың шығысына). Осциллограф экранындағы сәйкес осциллограммалардың пайда болуын бақылау. Орнатылған байланысты үзбей F2 қорытынды сигналын және осциллографтың Y арна кірісін 1 мультиплексордың кірісіне жалғау. Осциллограмма бойыша мультиплексордың шығысында АИМ сигналдың екінші байланыс арнасына сәйкес келетін есептелген импульстерінің пайда болуын бақылау.

Орнатылған қосылуды орнатпай жатып, F3 бақылау сигналын қоссын және осциллографтың Y мультиплексорды 2 кірісіне қосу. Оның кірісінде бақылау сигналдары тізбектеп қосу осциллограммалардың мультиплексордың шығуындағы талдау орындаудың жанында байланыс желісі бойымен берілген топты сигналдарды қалыптастырудың процесі суретпен көрсетіледі. (бұл реттегі мультиплексордың соңғы кіруі еркін қалады) үш коммутацияның бәрі орындалып, топты дабылды мультиплексордың шығысын бақыланатын осциллограмма суретін алу. Белгілеп алынған уақыттық аралық пен масштабты және аралықты сақтай отырып, алдыңғысына қосуды орындайды.

7.3.5 Амплитудалық-импульстік модуляциялық арналардың бөліну процесін бақылау. Ол үшін (демультиплексордың кірісіне) КТ3 клеммаға осциллографтың бірінші кірісін қосу, ал екінші – олардың шығыстарын келесі ретпен қосу 0, 1, 2, 3. Осциллографтың бірінші арнасы бойымен бақыланатын осциллограмма бұл ретте топты сигналға сәйкес келеді, ал екіншісі бойымен - тиісті арна АИМ сигналына сәйкестендіріледі.

7.3.6 Аналогты сигналдың қайта қалпына келуін талдаудан өткізу. Бұл үшін келесі амалдарды орындау керек.

Төменгі жиілікті сүзгілерінің тиісті кірулерін 0, 1, 2, 3 демультиплексордың шығыстарына қосу. Уақытша ара қатынастарды бақылау үшін 0 мультиплексорды кіруге Y осциллографтың кірісін қосу. Бұл ретте бірінші арнаны бастапқы аналогты дабылды пердеде бақылайды. Осциллографтың Y кірісіне мультиплексордың кірісіне 0 қосу керек, ал кірісті X-ке, ал шығысты ТЖФ1-ге. Бұл ретте бастапқы қалпына келтірілген аналогты ескертпе сигналдар және шығыс сигналдар бақыланады. Қайта қалпына келген сигналдарды барлық қасиеттері бойынша яғни оның масштабы, барлық уақыттық сәйкестіктерін және барлық уақыттық аралықтарын сақтай отырып осциллограммадан алу. Осциллограммада алғашқы сигналға қатысты қалпына келген сигналдық уақыттық кідірісін белгілеу қажет.

Аналогты түрде, осциллографаның кіріс және шығыс және де екінші және үшінші арналарына Y, X қосу және қайта қалпына келетін сигналдардың осциллограммасын алу.

## **7.4 Алынған нәтижелерді талдау және есептердің мазмұны**

Жұмыстың қорытындысы байланыс жүйесінің бақылау нүктесіне түсірілген осциллограммалардың топтамасы болып табылады. Оларда алынған тәртіп уақытша масштаб сақтап және бір-бірінің астында жайғасу керек.

Есептеулер келесідей жүргізіледі:

- жұмыстың мақсаты;
- осциллограмма өлшеген барлық нүктелік мәндерді белгілеп, блок – схеманы өлшеу;
- осциллограммадан алынған барлық нәтижелер зерттеліп отырған сигналдардың арасындағы барлық уақыттық сәйкестіктері көрсетілетіндей орналасуы қажет;
- зерттеу нәтижелерін қорытындылау;

## **7.5 Бақылау сұрақтары**

7.5.1 Арналардың уақытша бөлінуі қандай қағидаларға байланысты?

7.5.2 Зертханалық макеттегі қандай элемент және қандай жолмен АИМ модуляциясын өндіреді?

7.5.3 Шығысындағы мультиплексор және кірісіндегі демультимплексор қандай қызметтер атқарады?

7.5.4 АИМ сигналаның спектрін салыңыз.

7.5.5 АИМ сигналының қандай түрлерін білесіз?

7.5.6 АИМ сигналы қандай бұрмалану арқылы жүзеге асатыны туралы айтыңыз.

7.5.7 Бастапқы аналогтық сигналға АИМ сигналы қабылдағыш соңында қалай айналады?

7.5.8 АИМ сигналын қолданғанда топтық сигналдар қалай қалыптасады?

7.5.9 ТЖФ жұмыс істеу қағидасын түсіндіріңіз және мысалға карапайым сұлба келтіріңіз.

7.5.10 Жиілікпен салыстырғанда уақытша бөлінуі қандай артықшылықтармен болады?

## **8 Зертханалық жұмыс №8. Тональді жиіліктегі арнаның сипаттамасын зерттеу**

Жұмыстың мақсаты: жұмыстың негізгі мақсаты тоналді жиіліктегі арналарды өлшеу және құрылуын зерттеу сипаттамалаық әдістерін үйрену.

## 8.1 Үйге дайындық сұрақтары

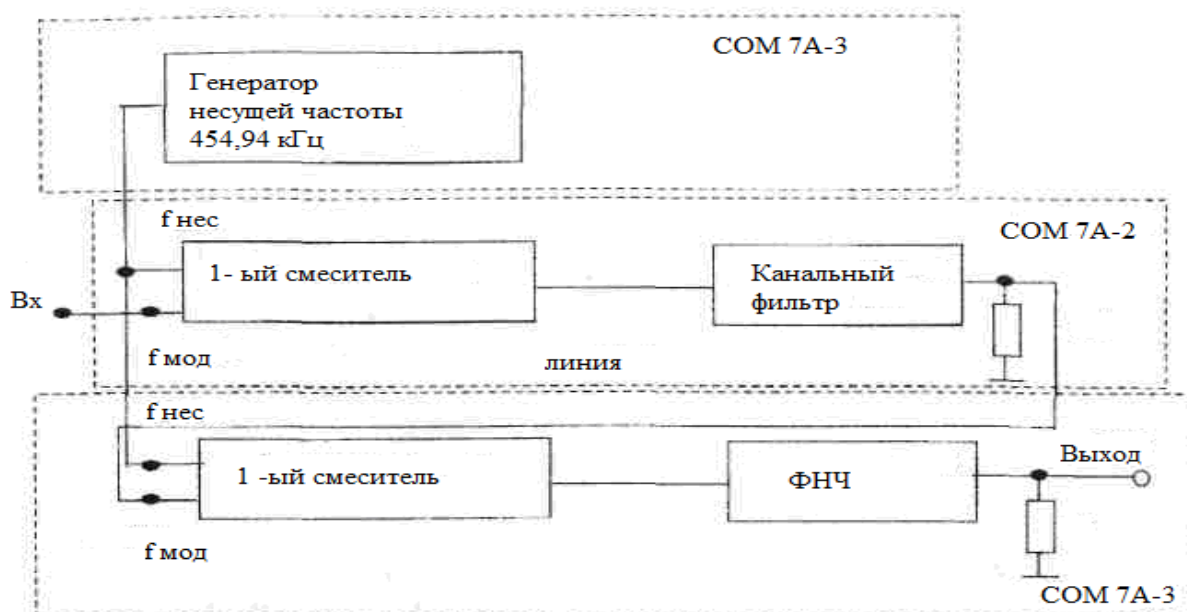
ТЖ арнасындағы негізгі параметрлерінің негізінде амплитудалық және амплитудалық –жиіліктік сипаттамаларын өлшеуді жүргізу әдістемесін үйрен .

## 8.2 Қолданатылатын жабдықтың сипаттамасы

Блоктар СОМ-7А/1, СОМ-7А/2 және СОМ-7А/3 жұмыста жинақты пайдаланады. СОМ-7А/1блогына міндетті түрде тербеліс тасушы генераторында болу керек. СОМ-7А/2 блогында негізгі жіберу құрылымдық түйіндер орналасқан, ал СОМ-7А/3блогында негізгі қабылдау құрылымдық түйіндер құрылғыларды тарату жүйесі және ЖБК орналасқан. Сонымен қатар, осциллограф, генератор ТЖ, частотомер, айнымалы токпен жұмыс істейтін вольтметр.

## 8.3 Жұмыстың орындалу реті

8.3.1 8.1- суреттегі сұлбаны жинау.



8.1 сурет – Эксперименттік қондырғының маңызды сұлбасы

8.3.2 Тарату жүйесі (ТЖ) және Жиіліктік бөліну каналы (ЖБК). Арналарындағы АС өлшеу.

Генератор шығысындағы дабылдың деңгейін минималды төменгі жиілікті жасау ТЖ генераторының шығыстағы сигнал деңгейін минималды істеу.

Вольтметрдің көмегімен айнымалы токтың шығысындағы арнаның кернеуін анықтау керек (шығыс ТЖФ). Кірістегі кернеуді өлшеу және  $U_{\text{шығ}} = f(U_{\text{кір}})$  қатынасындағы байланысты алу. Кірісіндегі кернеу өзгерісінің диапазонын мәнін, шығыстағы сигнал ТЖФ сигналы қанығу деңгейіне жеткенше алу керек. Алынған мәндерді 8.1-кестеге толтыру және график тұрғызу.

8.1 К е с т е - Арнадағы кіріс және шығыс кернеулер

$U_{\text{кір}}$	Минимал- ды мәні	Аралық мәндер *1	Аралық мәндер * 2	Аралық мәндер * 3	Аралық мәндер * 4	Максимал- ды мәні
$U_{\text{шығ}}$						
* Қайталанатын мәндер бірдей аралықта алынады						

### 8.3.3 АЖХ арнасын өлшеу.

ТЖ генераторындағы кірісіндегі сигнал деңгейін, АС сигналының сызықтық деңгейінің ортасында жататындай етіп орналастыру керек. Кірісіндегі сигналдың жиілігінің өзгерісін және шығысындағы сигналдың жиілікке тәуелділігін алу. Берілген мәндерді 8.2 кестеге толтырыңыз, жіберу арнасының АЖС-сын тұрғызыңыз.

Мәліметтерді 8.1 кестеге енгізіңіз және тарату арнасының АЖС-н тұрғызыңыз. 8.1 кесте – тарату арнасының АЖС-н тұрғызу үшін мәліметтер

8.3.4 Тональді жиілік (ТЧ) (0,7 деңгейінде) әсерлі тарату жиілік жолағын және бірқалыпты емес АЖС өткізу жолағын анықтау.

8.3.5 Жиілікті көрсете отырып, барлық нүктелерін қамтып, сигналдың спектрін салу керек.

## 8.4 Нәтижелерді өңдеу

Есеп беруге келесі графикалық мәліметтер міндетті түрде кіру керек: ЖБК-сы бар тарату жүйесі арнасының АЖ-сы.

Тарату арнасының АЖС-сы.

## 8.5 Бақылау сұрақтары

8.4.1 ЖБК-сы МСП-ның жұмыс істеу қағидасы.

8.4.2 Зерттеліп отырған сұлбаның құрылғыларының тағайындалуын көрсетіңіз.

8.4.3 Тоналдық жиіліктегі арнанының жұмыс істеуін негізгі сипаттамалары?

8.4.4 ТЖ арнасының амплитудалық қасиетін өлшеу әдістері.

8.4.5 ТЖ арнасының амплитудалық - жиіліктік қасиетін өлшеу әдістері.

8.4.6 Амплитудалық сипаттамаларын тұрғызу әдістері.

8.4.7 Амплитудалық- жиіліктік сипаттамаларын тұрғызу әдістері.

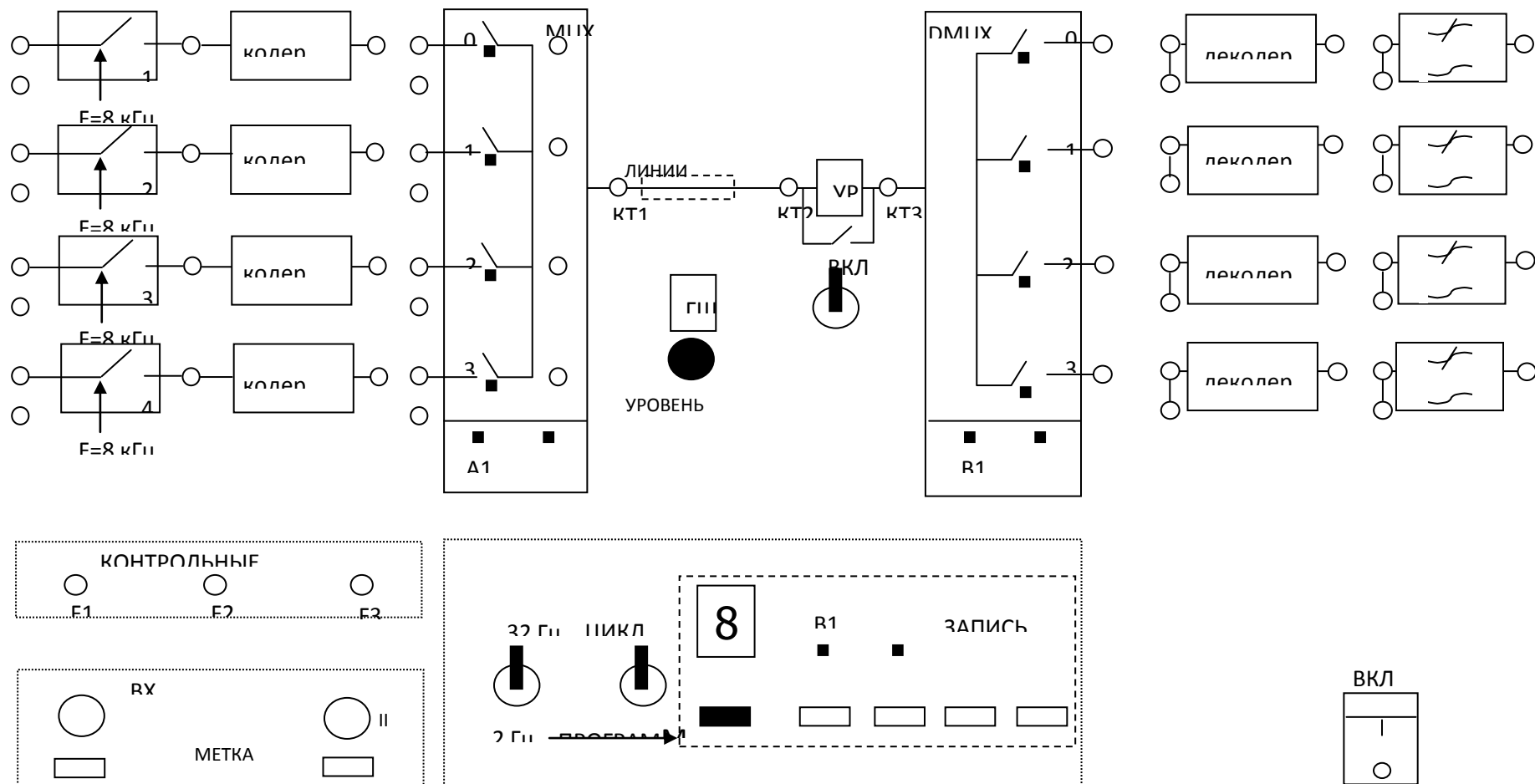
8.4.8 ТЖ арналарына сәйкес негізгі нормаларын атаңыз.

8.4.9 ТЖ арнасының АЖС-ң реалды және идеалды түрін түсіндіру.

8.4.10 ТЖ арнасының АЖ-ң реалды және идеалды түрін түсіндіру.

## А қосымшасы

*Арналардың уақыттық бөліну принципін оқып үйрену*



А-7.1 сурет- (ЦСК-1) арналардың уақыттық бөліну принципін оқып үйрену

## Әдебиеттер тізімі

1. Крухмалев В.В. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004.
2. Кириллов В. Многоканальные системы передачи. – Издательство «Новое знание», 2002.
3. Цифровая запись сигналов звука и изображения: Учебное пособие  
Урусова Т.А. -Алматы: АИЭС, 2004.
4. Гордиенко В.Н. Многоканальные телекоммуникационные системы.-М.: «Горячая линия-Телеком», 2005, 2007.
5. Крухмалев В.В. МТС аналоговые системы передачи.- М., 2006.
6. Иванов В.И., Гордиенко В.Н. и др. Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для вузов/ Под ред. В.И. Иванова. – 2-е изд. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 232 с.

## Мазмұны

1 Зертханалық жұмыс №1. Есту шегінің жиіліктен тәуелділігін анықтау.	3
2 Зертханалық жұмыс №2. Микрофон параметрлерін өлшеу.	6
3 Зертханалық жұмыс №3. Дыбыс жиілігіндегі сүзгіштердің параметрлерін өлшеу және классификациялау.	10
4 Зертханалық жұмыс №4. Дыбыстың алдамшы (маскировка) құбылысын зерттеу.	13
5 Зертханалық жұмыс №5. АЖБ(арнаның жиілік бөлінуі) арқылы ЖЖ(жоғарғы жиілікті) арнаны тарату жүйесін зерттеу.	17
6 Зертханалық жұмыс №6. АУБ арқылы арнаның тарату жүйесінің құрылу принципі.	20
7 Зертханалық жұмыс №7. Амплитуда-импульстік модуляцияланған байланыс жүйелерін зерттеу.	24
8 Зертханалық жұмыс №8. Тоналді жиіліктегі арнаның сипаттамасын зерттеу.	28
А қосымшасы	31
Әдебиеттер тізімі	32



Шаймардан Жадра Шаймардановна  
Урусова Татьяна Андреевна

РАДИОТЕХНИКА ЖӘНЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ НЕГІЗДЕРІ

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығының студенттері үшін зертханалық жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар

Редактор Қ. С. Телғожаева  
Стандарттау бойынша маман Н.Қ. Молдабекова

\_\_\_\_\_ басуға қол қойылды  
Таралымы 50 дана  
Көлемі 2,1 оқу.-бас.ә.  
тг.

Пішіні 60x84 1/16  
Баспаханалық қағаз №1  
Тапсырыс . Бағасы 1050

«Алматы энергетика және байланыс университетінің»