

**Коммерциялық емес
акционерлік
қоғам**



**АЛМАТЫ
ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТИ**

Электроника кафедрасы

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ СИГНАЛДАРДЫ САНДЫҚ ӨНДЕУ НЕГІЗДЕРІ

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар
мамандығының студенттері үшін
зертханалық жұмыстарға арналған әдістемелік нұсқаулықтар

Алматы 2014

ҚҰРАСТЫРҒАНДАР: С.Н. Петрищенко, А. Нұрланұлы. Телекоммуникация жүйесінде сигналдарды сандық өңдеу негіздері 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығының студенттері үшін зертханалық жұмыстарға арналған әдістемелік нұсқаулықтар. - Алматы: АЭЖБУ, 2013. – 18 б.

Сигналдарды сандық өңдеу негізінде зертханалық жұмысқа сәйкес әдістемелік нұсқау төрт жұмыс бағдарламасын қамтиды. Мәліметтерді өңдеу және өткізу әдістемесі берілген, бақылау сұрақтары және ұсынылған әдебиеттер тізімі көрсетілген.

Сабақтар сигналдарды сандық өңдеу құрылғылар АПҚ элементтері қолданылуымен дербес компьютерлерде өткізіледі.

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығының студенттері үшін зертханалық жұмыстарға арналған әдістемелік нұсқаулар.

Без. – 12, кесте – 5, әдеб. көрсеткіші – 8 атау.

Рецензент: доцент

Б.Б. Ордабаев

«Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2013 жылғы жиынтық жоспары бойынша басылады.

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

Кіріспе

Зертханалық жұмыстардың «Сигналдарды сандық өңдеу негіздері» курсы бойынша студенттер білімін бекітіп және тереңдетіп, қарапайым сандық тізбектерді талдау мен синтездеу бойынша машықтық беру мақсаты бар.

1 Лабораториялық жұмыстарды орындаудың әдістемелік нұсқауға дайындық

1.1 Жұмысқа дайындық

Әрбір студент зертханалық жұмысқа дайындалғанда келесілерді орындауы міндетті:

- 1) Жұмыс жазбасымен танысуға.
- 2) Сәйкесті теориялық материалмен танысып «Бақылау сұрақтары мен тапсырмалар» бөлімінде орналасқан сұрақтарға жауапты ойластыруға.
- 3) Келесілер бар есеп дайындамасын жасауға:
 - жұмыстың аты мен мақсаты, орындалу датасы және бригада номері (вариант);
 - өзіндік есептеулер үшін бастапқы берілгендер;
 - есептеу формулаларын келтіріп оның мазмұнын түсіндіріңіз;
 - таблица және график түрінде көрсетілген есептеулер нәтижесі;
 - зерттеудің әр пункті бойынша сызылған тізбектердің құрылымдық сұлбасы.

1.2 Зертханалық жұмысқа өту

Әр студент алдыңғы жұмысты қорғап дайындық жазбасын көрсеткеннен кейін ғана зертханалық жұмысқа өтеді. Алдын ала жасалған есептеулер мен теориялық дайындықты тексеру компьютер көмегімен автоматты түрде орындалады (кіріс коллоквиум). Ол үшін:

- DOSBox 0.74 программасын іске қосу керек;
- ашылған терезеде mount g c:\labs\Lw_N командасын жазу керек, осында: g – виртуалды диск,
c:\labs\Lw_N – әдістемелік жұмысқа сәйкес орналасқан жолы Lw_N,
N – әдістемелік жұмыстың нөмірі;
- Enter пернесі;
- keyrus.com;
- Enter пернесі;
- config cycles max;
- Enter пернесі;
- Lw_N;

- Enter пернесі.

Студент Lw_N файлың ашып, топтың атың, бригада нөмірің және бригада мүшелерінің фамилиясын еңгізіп тіркелу керек. Курсорды ДА сөзіне әкеліп *Enter* түйме таспасын басқаннан кейін енгізілген тіркелу ақпараты дұрыстығы расталады. Жұмысқа сәйкесті бес сұрақтан тұратын коллоквиум терезесі пайда болады. Ең болмағанда бес сұрақтың төртеуіне дұрыс жауап бере отырып, студент оқытушы көрсеткен тапсырманы таңдайды да қиын емес есептеулер жүргізіп оларды монитор экранында көрсетеді.

Берілгендерді есептеу кезінде қате болмағандығын НЕТ сөзіне курсорды әкеле отырып *Enter* түймететігін басумен растайды да, студент негізгі жұмысты орындау үшін қолданылатын пункттары бар менюмен жұмыс істеу ортасына келеді.

Студенттің сұрақтарға бұрыс жауаптары немесе берілгендерді бұрыс есептеуі бастапқы жағдайға әкеледі және оған мәзірге аудару мүмкіндік беріледі. Орыс шрифтімен жұмыс істегенде *Ctrl+Shift*-тің оң жақ сәйкестігін, ал латын шрифтімен жұмыс істегенде *Ctrl+Shift*-тің сол жақтағысын басу керектігін есте ұстау керек.

Бірінші зертханалық жұмыстың негізгі мәзірге өту мысалы:

Дұрыс жауаптар бергеннен кейін бірінші дәрежелі рекурсивті сүзбелердің беріліс функциясының үш варианты бар экран пайда болады. Мысалы, келесі беріліс функциясы бар нұсқа берілсін:

$$H(z) = \frac{b_0}{1 + a_1 z^{-1}}.$$

Беріген $b_0 = 1$ және $a_1 = 0.7$ коэффициенттерін енгізгеннен кейін $h(n) = b_0(-a_1)^n$ импульстік сипаттама өрнегін $b_0 \cdot (-a_1)^n$ түрінде жазып оның бес санағын жүргізесіз:

$$h(0) = 1$$

$$h(1) = -0.7$$

$$h(2) = 0.49$$

$$h(3) = -0.343$$

$$h(4) = 0.2401$$

Есептеулер дұрыстығына сенімді болған кезде қателер жоқтығын растай отырып НЕТ-ке курсорды әкеліп *Enter*-ді басамыз. Келесі пункттерден тұратын мәзір пайда болады:

- 1) Амплитуда-жиіліктік сипаттама.
- 2) Фаза-жиіліктік сипаттама.
- 3) Импульстік сипаттама.
- 4) Нольдер мен полюстер картасы.
- 5) Жаңа коэффициенттерді енгізу.

- 6) Мәзірді алып тастау.
- 7) Жұмыстың соңы.

Басқа зертханалық жұмыстарда мәзірді шақыру осы мысалдағыдай орындалады. Оқытушының рұқсаты бойынша № 2, 3 және 4 жұмыстары үшін ұсынылған сұрақтарға жауап бермей-ақ тікелей мәзірді шақыруға болады. Ол үшін L және N атты файлды қосу керек, мұндағы N –жұмыс номері.

1.3 Жұмыстың орындалу тәртібі

Компьютерді қосу және өшіру, сондай-ақ бағдарламаны іске қосу және одан шығу оқытушы рұқсатымен орындалады.

Студент (немесе екіден аспайтын адамнан тұратын бригада) зерттеу протоколын жүргізіп жұмыс соңында оқытушыға қол қойдыру керек.

Жұмыстың аяқтаушы кезеңі болып материалды есіне тоқудың автоматты бақылауы және алынған нәтижелерге қорытынды жасай білу болып табылады (қорытынды колоквиум). Бұл кезде студент тағы да бес сұрақтан тұратын колоквиумнан өтеді. Бақылау нәтижесі ретінде компьютер баға қояды, оны оқытушыға көрсетіп зерттеу протоколына енгізу керек.

Егер, жұмысты берілгеннен ерте аяқтасаңыз қалған, уақытта есеп дайындауға жұмсалады.

Оқытушының рұқсатынсыз өз ақпарат тасымалдаушыңызбен қолдануға тиым салынады.

1.4 Есеп беру

Зертханалық жұмыс нәтижесі студенттермен есеп ретінде жасалатын зерттеу жұмысы ретінде қарастырылады.

Есеп дәптерде немесе стандартты қағаз парақтарында (бір жағында) таза, ұқыпты, сауатты орындалып келесілерден тұру керек:

- кесте, график және сандық сипаттамалар түріндегі зерттеу нәтижелері (графиктер осьтер масштабы мен аттары көрсетілген миллиметрлік қағазда орындалып есептің сәйкесті жеріне жабыстырылады);

- жұмыс үстінде орындалған сәйкесті түсініктемелер мен дәлелдеулерден тұратын есептеулер мен зерттеу нәтижелері;

- жұмыс бойынша қорытынды (тапсырманың әр пунктiнен кейiн немесе есеп соңында).

Есеп оқытушыға келесі жұмысты орындау алдында тапсырылады.

Әрбір жұмысты қорғау ауызша қорғау нәтижесі, есеп беруді орындау сапасынан және сәйкесті бағдарлама пакетін қолдана алудан тұрады.

2 Зертханалық жұмыс №1. Бірінші дәрежелі рекурсивті тізбектерді зерттеу

Жұмыстың мақсаты: бірінші дәрежелі рекурсивті тізбектердің уақыттық және жиіліктік сипаттамаларының беріліс функция коэффициенттерінен тәуелділігін зерттеу.

2.1 Жұмыстың орындалуы

Жұмысты орындау келесілерден тұрады:

- жұмысқа дайындықты бақылаудан;
- бірінші дәрежелі рекурсивті тізбектердің уақыттық және жиіліктік сипаттамаларын зерттеуден;
- қорытынды коллоквиумнан.

2.1.1 Жұмысқа дайындықты бақылау.

- *Lab 1* папкасын ашып *Lw_1* файлын қосыңыз;
- топтың атын, бригада номері мен бригада мүшелерінің фамилиясын енгізіп енгізілген тіркеу ақпараты дұрыстығын растау үшін ДА сөзіне курсорды әкеліп *Enter* түйметаспасын басыңыз;
- бес сұраққа жауап беріңіз, жауап дұрыстығын дұрыс жауапқа курсорды әкеле отырып *Enter* түйме таспасын басумен растаңыз;
- оқытушыдан беріліс функция вариантын алып бастапқы берілгендерді келесі коэффициенттер түрінде енгізіңіз: $b_0 = 1$; $b_1 = 0$; $a_1 = 0.7$;
- сәйкесті беріліс функциясы үшін импульстік сипаттама өрнегін жазыңыз, оның бес санағын есептеп монитор экранында көрсетілген орынға енгізіңіз;
- қате жоқтығын растай отырып курсорды НЕТ-ке әкеліп *Enter*-ді басыңыз. Келесі бөлімдерден тұратын мәзір пайда болады:
 - 1) Амплитуда-жиіліктік сипаттама.
 - 2) Фаза-жиіліктік сипаттама.
 - 3) Импульстік сипаттама.
 - 4) Нольдер мен полюстер картасы.
 - 5) Жаңа коэффициенттерді енгізу.
 - 6) Менюді алып тастау.
 - 7) Жұмыстың соңы.

2.1.2 a_1 коэффициентінің тізбек сипаттамаларына әсер етуін зерттеу.

Ол үшін:

- «Жаңа коэффициенттерді енгізу» бөліміне кіріп 1 кестесінде көрсетілген нұсқаға сәйкесті a_1 -ді және $b_0 = 1$; $b_1 = 0$ мәндерін жазыңыз, сондай-ақ дискреттеу жиілігі $f_d = \text{бр } \text{№}, \text{ кГц}$;

1 кесте

бp №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a_1	-0.58	0.66	-0.74	0.82	-0.9	0.87	-0.84	0.81	-0.72	0.69

- $f \in [0, f_d / 2]$ интервалында бірінші дәрежелі буынның нормаланған АЖС және ФЖС, сондай-ақ нольдер мен полюстер картасын алыңыз;
- a_1 таңбасын қарама қарсыға өзгертіп зерттеуді қайталаңыз;
- 2 кестесінен алынған a_1 кезінде АЖС, ФЖС, ИС, нольдер мен полюстер картасын алып бейнелеңіз;

2 кесте

бp №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a_1	-0.85	0.95	-0.98	0.7	-0.65	0.58	-0.5	0.7	-0.95	0.9

- $a_1 = (-1)^{N_{\text{бp}}} \cdot (1,2 + 0,015) \cdot N_{\text{бp}}$ кезіндегі ИС және нольдер мен полюстер картасын алыңыз;
- тізбектің тұрақтылығы туралы қорытынды жасаңыз.

1.2.3 b_1 коэффициентінің тізбек сипаттамаларына әсерін зерттеу:

- $f_d = N_{\text{бp}}, \kappa \Gamma \zeta; b_0 = 1$, a_1 1 кестесінен, b_1 3 кестесінен алынған кездегі АЖС, ФЖС, ИС, нольдер мен полюстер картасын алып бейнелеңіз;

3 кесте

бp №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
b_1	0.5	0.6	0.7	0.8	0.85	0.87	-1	1.1	-1.2	-1.4

- b_1 таңбасын өзгертіп 1.3 пунктін қайталаңыз;
- b_1 коэффициентінің мәнін 4 кестесінен алып 1.3 пунктін қайталаңыз.

4 Кесте

бp №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
b_1	1.4	-1.3	1.2	-1.3	1.4	-1.5	0.6	-0.7	0.6	-0.5

Зерттеу кезінде алынған нәтижелерді салыстырып бірінші дәрежелі буын сипаттамаларына коэффициенттердің әсері туралы қорытынды жасаңыз, бақылап отырған тәуелділіктердің физикалық мағынасын түсіндіріңіз.

2.2 Бақылау сұрақтары мен тапсырмалар

2.2.1 Беріліс функциясына (БФ) анықтама беріп, айырымдық теңдеу белгілі болғандағы оның өрнегін көрсетіңіз.

2.2.2 Беріліс функциясы бойынша айырымдық теңдеуді жазыңыз.

2.2.3 Импульстік сипаттамаға (ИС) анықтама беріңіз. Белгілі айырымдық теңдеу бойынша бірнеше нүкте үшін есептеп графигін тұрғызыңыз.

2.2.4 БФ мен ИС арасында қандай байланыс бар? Мысал келтіріңіз.

2.2.5 Бірінші дәрежелі дискреттік тізбектің амплитуда-жиіліктік сипаттамасына (АЖС) анықтама беріп формуласын қортып шығарыңыз. Бірнеше жиілік үшін графигін тұрғызыңыз.

2.2.6 Жиілікті нормалаудың мағынасы неде? Түсіндіріп мысал келтіріңіз.

2.2.7 Беріліс функциясының коэффициенттерінің АЖС мен ИС-ға әсерін бағалап түсіндіріңіз.

2.2.8 Дискретті тізбектің тұрақтылық шартын келтіріп оны a_1 коэффициентінің өзгеру диапазонын анықтауға қолданыңыз.

2.2.9 Берілген бірінші дәрежелі рекурсивті тізбектің құрылымдық сұлбасы бойынша келесілерді жазыңыз:

- беріліс функциясын;
- импульстік сипаттамасын;
- айырымдық теңдеуін;
- нольдер мен полюстер картасын көрсетіңіз.

3 Зертханалық жұмыс №2. Екінші дәрежелі рекурсивті тізбектерді зерттеу

Жұмыстың мақсаты: екінші дәрежелі рекурсивті тізбектердің уақыттық және жиіліктік сипаттамаларының беріліс функция коэффициенттерінен тәуелділігін зерттеу.

3.1 Жұмыстың орындалуы

Жұмысты орындау келесілерден тұрады:

- жұмысқа дайындықты бақылаудан;
- екінші дәрежелі рекурсивті тізбектердің уақыттық және жиіліктік сипаттамаларын зертеуден;
- қорытынды коллоквиумнан.

3.1.1 Жұмысқа дайындықты бақылау.

Lab 2 папкасын ашып *Lw_2* файлын қосыңыз да бірінші жұмысқа өтудегідей өту бөлімдерден өтіңіз. Оқытушының рұқсаты бойынша *Lw 2*

атты файлды қосып зертханалық жұмысты орындауға өтуді автоматты істеуге болады. Келесі бөлімдерден тұратын мәзір пайда болады:

- 1) Амплитуда-жиіліктік сипаттама.
- 2) Фаза-жиіліктік сипаттама.
- 3) Импульстік сипаттама.
- 4) Нөлдер мен полюстер картасы.
- 5) Жаңа коэффициенттерді енгізу.
- 6) Менюді алып тастау.
- 7) Жұмыстың соңы.

3.1.2 Дискреттеу жиілігі $f_d = \nu_p N_{\nu}$, кГц кезіндегі беріліс функция коэффициенттерінің сандық тізбек таңдампаздығына әсерін зерттеу:

- $a = (-1)^{N_{\nu p}} \cdot (0,5 + 0,03 \cdot N_{\nu p})$ кезіндегі 5 кестесінен алынған коэффициенттер мәніне сәйкес 6 тәжірибе жүргізіңіз.

Мысалы, № 7 бригадасы үшін келесі коэффициентті аламыз:

$$a = (-1)^7 \cdot (0,5 + 0,03 \cdot 7) \approx -0,71.$$

5 кесте

эксперимент №	a_1	a_2	b_0	b_1	b_2
1	a	0,81	1	0	0
2	a	0,81	1	1	0
3	$-a$	0,81	1	1	0
4	$-a$	0,81	1	0	1
5	$0,5a$	0,64	1	1,2	0,81
6	1,2	0,81	1	$0,5a$	0,64

3.1.3 Беріліс функция коэффициенттерінің АЖС тіктігіне әсерін зерттеу:

- $a = (-1)^{N_{\nu p}} \cdot (0,5 + 0,03 \cdot N_{\nu p})$ кезіндегі 6 кестесіндегі коэффициенттер мәніне сәйкесті 4 тәжірибе жүргізіңіз;

- $\varphi^* = 2\pi f^* T$ теңдігін және келтірілген $r^* = \sqrt{a_2}$,

$\varphi^* = \arccos(-a_1/2r^*)$ қатынастарын ескере отырып, φ^* полюс бұрышы, рад және f^* жиілігі, Гц мәндерін 6 кестесіне енгізіңіз;

6 кесте

№	a_1	a_2	b_0	b_1	b_2	r^*	φ^*	f^*
1	a	0,81	0,5	0,25	0			
2	a	0,64	0,5	0,25	0			
3	$2a$	0,64	0,5	- 0,1	0			
4	$2a$	0,81	1	$0,5a$	0,64			

- полюс бұрышының АЖС қасиеттеріне әсер етуі туралы қорытынды жасаңыз.

Жұмыс істеу кезінде әр зерттеудің алдында вариантқа сәйкесті сүзбе құрылымын, беріліс функциясын жазып нормаланған АЖС $\hat{A}(f)$ және импульстік сипаттама алыңыз, нольдер мен полюстер картасын бейнелеңіз.

3.2 Бақылау сұрақтары мен тапсырмалар

3.2.1 Белгілі беріліс функциясы бойынша импульстік сипаттаманы алыңыз.

3.2.2 Импульстік сипаттама бойынша беріліс функциясын алыңыз.

3.2.3 Келісілер белгілі болған кезде нольдер мен полюстер картасын бейнелеңіз:

а) беріліс функциясы;

б) импульстік сипаттамасы.

3.2.4 Нөлдер мен полюстер картасы бойынша беріліс функциясын алып тізбектің құрылымдық схемасын құрыңыз.

3.2.5 Беріліс функциясының нольдері тізбектің тұрақтылығына қалай әсер етеді.

3.2.6 a_1 және a_2 коэффициенттері АЖС-ға қалай әсер етеді?

3.2.7 Нөлдер мен полюстер АЖС-ға қалай әсер етеді?

3.2.8 Екі каскадты біріктірілген буынның АЖС-ын қалай алуға болады?

3.2.9 Екі параллельді біріктірілген буынның АЖС-ын қалай алуға болады?

4 Зертханалық жұмысы №3. Бірінші және екінші дәрежелі фазалық буындарды зерттеу

Жұмыстың мақсаты: бірінші және екінші дәрежелі сандық фазалық буындардың фаза-жиіліктік және уақыттық сипаттамаларының беріліс функция коэффициенттерінен тәуелділігін зерттеу.

4.1 Жұмыстың орындалуы

Жұмысты орындау келесілерден тұрады:

- жұмысқа дайындықты бақылаудан;

- бірінші және екінші дәрежелі сандық фазалық буындардың фаза-жиіліктік және уақыттық сипаттамаларын зертеуден;
- қорытынды коллоквиумнан.

4.1.1 Жұмысқа дайындықты бақылау.

Lab 3 папкасын ашып, Lw_3 файлын ашыңыз.

Келесілерден тұратын меню пайда болады:

- 1) Амплитуда-жиіліктік сипаттама.
- 2) Фаза-жиіліктік сипаттама.
- 3) Импульстік сипаттама.
- 4) Нольдер мен полюстер картасы.
- 5) Топтау өту уақыты.
- 6) Жаңа коэффициенттерді енгізу
 $H(z) = H(z) \cdot H(z)$.
- 7) Мәзірді алып тастау.
- 8) Жұмыстың соңы.

4.1.2 1-ші дәрежелі фазалық буындарды зерттеу:

- 7 кестесі бойынша $f_d = \text{бр } N_0$, кГц кезіндегі a_1 және b_1 коэффициенттерін есептеп алынған нәтижені сол кестеге енгізіңіз; a_2 және $b_2=0$, $b_0=1$.

7 кесте

Тәжірибе №	Коэффициенттер	$H(z)$	Нөлдер мен полюстер картасы	ФЖС
1	$a_1 = 0.25 + 0.05N_0 \text{ бр} =$			
	$b_1 = 1/a_1 =$			
2	$a_1 = -(0.25 + 0.05N_0 \text{ бр}) =$			
	$b_1 = 1/a_1 =$			
3	$a_1 = 0.45 + 0.05N_0 \text{ бр} =$			
	$b_1 = 1/a_1 =$			

- есептелген a_1 және b_1 кезіндегі беріліс функциясына арналған өрнекті 7 кестесіне жазыңыз;

- олардың әр қайсысы үшін амплитуда-жиіліктік сипаттама (АЖС), фаза-жиіліктік сипаттама (ФЖС), топтық өту уақытын (ТӨУ) және нөлдер мен полюстер картасын алыңыз;

- 7 кестесінің 1 және 2 эксперименттеріне сәйкесті екі бірінші дәрежелі буынан тұратын каскад құрып ФЖС мен ТӨУ алыңыз.

4.1.3 2-ші дәрежелі фазалық буындарды зерттеу.

4.1.3.1 a_1 коэффициентінің буын сипаттамаларына әсерін зерттеу.

$a_2 = 0.8$ және $a_1 = 7$ кестесінен алынған кезде (оқытушы көрсеткен екі экспериментке сәйкесті) келесілерді орындау керек:

8 кесте

Тәжірибе №	Коэффициенттер		H(z)	Нөлдер мен полюстер картасы	ФЖС
1	a_1				
	b_1				
	b_2				
2	a_1				
	b_1				
	b_2				
3	a_1				
	b_1				
	b_2				

- $b_1 = \frac{a_1}{a_2}; b_2 = \frac{1}{a_2}$ формулалары бойынша заттық полюсті (нөлді)

буындар үшін b_1 және b_2 коэффициенттерін есептеңіз.

Есептеу нәтижесін 8 кестесіне кіргізіңіз:

- алынған коэффициенттер кезіндегі беріліс функциясының өрнегін 8 кестесіне жазыңыз;

- әр берілген беріліс функциясы үшін амплитуда-жиіліктік сипаттама (АЖС), фаза-жиіліктік сипаттама (ФЖС), топтық өту уақытын (ТӨУ) және нөлдер мен полюстер картасын алыңыз;

- 8 кестесінде берілген екі нұсқаға сәйкесті екі екінші дәрежелі буыннан каскадтық құрылым құрып ФЖС мен ТӨУ графиктерін алыңыз.

4.1.3.2 a_2 коэффициентінің буын сипаттамаларына әсерін зерттеу.

Эксперимент шарты: $\varphi^* = const; f_d = N_{\text{бр}}^0$;

Полюс бұрышы: - 1 – 5 бригадасы үшін $\varphi^* = \frac{\pi}{3}$;

- 6 – 10 бригадасы үшін $\varphi^* = \frac{2\pi}{3}$.

Келесіні орындау керек:

$$- r^* = \sqrt{a_2}; \quad a_1 = -2r^* \cos(\varphi^*); \quad b_2 = \frac{1}{a_2}; \quad b_1 = \frac{a_1}{a_2} \text{ қатынастарын}$$

қолдана отырып берілген a_2 кезіндегі (оқытушы берген вариантқа сәйкесті) a_1 , b_1 және b_2 коэффициенттерін есептеу;

9 кесте

Тәжірибе №	Коэффициенттер		H(z)	Нольдер мен полюстер картасы	ФЖС
1	a_2	0.81			
	a_1				
	b_1				
	b_2				
2	a_2	0.36			
	a_1				
	b_1				
	b_2				

- алынған коэффициенттер кезіндегі беріліс функциясының өрнегін 9 кестесіне жазыңыз;

- оның амплитуда-жиіліктік сипаттамасын (АЖС), фаза-жиіліктік сипаттамасын (ФЖС) топтық өту уақытын (ТӨУ) және нольдер мен полюстер картасын алыңыз;

- 9 кестесінің 1 вариантындағы a_1 коэффициентінің таңбасын өзгертіп жаңа a_1 кезіндегі b_1 және b_2 коэффициенттерін есептеңіз, жаңадан алынған коэффициенттерге сәйкесті және 9 кестесінің 1 вариантындағы буындардан тұратын каскадтық құрылым құрып ФЖС пен ТӨУ графиктерін алыңыз.

4.2 Бақылау сұрақтары мен тапсырмалар

4.2.1 Фазалық буынның бар болу шартын анықтаңыз.

4.2.2 $\varphi^* = const$ кезінде r -дің өзгеруі ФЖС қалпына қалай әсер етеді?

4.2.3 $r = const$ кезінде φ^* -дің өзгеруі ФЖС қалпына қалай әсер етеді?

4.2.4 Фазалық тізбектің нөлдер мен полюстер картасын бейнелеңіз.

4.2.5 ФЖС белгілі болған кезде ТӨУ сипаттамасын салыңыз.

4.2.6 ТӨУ белгілі болған кезде ФЖС сипаттамасын салыңыз.

4.2.7 Нольдер мен полюстер картасы белгілі болған кезде фазалық буынның беріліс функциясын жазыңыз.

4.2.8 Фазалық буынның импульстік сипаттамасы үшін өрнегін алыңыз.

4.2.9 Нольдер мен полюстер белгілі болғанда фазалық буынның беріліс функциясы үшін өрнегін алыңыз.

5 Зерханалық жұмыс №4. Дискретті рекурсивті емес тізбектерді зерттеу

Жұмыстың мақсаты: рекурсивті емес тізбектердің жиіліктік және уақыттық сипаттамаларының беріліс функция коэффициенттерінен тәуелділігін зерттеу.

5.1 Жұмыстың орындалуы

Жұмысты орындау келесілерден тұрады:

- жұмысқа дайындықты бақылаудан;
- рекурсивті емес тізбектердің уақыттық және жиіліктік сипаттамаларын зерттеуден;
- қортынды коллоквиумнан.

5.1.1 Жұмысқа дайындықты бақылау.

Lab4 папкасын ашыңыз.

Монитор экранында сізге шекті импульсті сипаттамалы сүзбенің ұзындығын, беріліс функция коэффициенттері мен дискреттеу жиілігін енгізуді ұсынып оның дұрыстығын растауды сұрайтын текст пайда болады.

Мысалы, $N = 5$ болған жағдайда беріліс функцияның келесі бес мәні сәйкес болады $b_n = \frac{1}{n} = \frac{1}{5} = 0.2$. Ары қарай келесі мазмұнды бақылау тесті енгізіледі:

w1-ді енгізіңіз = 1.2566.

АЖС (w1) енгізіңіз = 0.

АЖС (0.5w1=0.6283) енгізіңіз = 0.6472.

АЖС (1.5w1=1.885) енгізіңіз = 0.2473.

Бақылау нүктелерін дұрыс есептеген кезде келесі мәзір пайда болады:

- 1) Амплитуда-жиіліктік сипаттама.
- 2) Фаза-жиіліктік сипаттама.
- 3) Импульстік сипаттама.
- 4) Нөлдер мен полюстер картасы.
- 5) Жаңа коэффициенттерді енгізу.
- 6) Мәзірді алып тастау.
- 7) Жұмыстың соңы.

5.1.2 Біртекті сүзбені зерттеу.

10 кестеге сәйкес бастапқы берілгендер бойынша (f_d, N) АЖС мен ФЖС-ны алыңыз ($f \in \left[0; \frac{f_d}{2}\right]$ жиіліктің негізгі жолағында):

а) N ұзындығы және $f_{d1} = 1,5f_d$ дискреттеу жиілігі үшін;

б) $N_1 = N + 3(b = \frac{1}{N})$ және f_d жиілігі үшін.

Қабылданған масштабты сақтай отырып графиктерді бірінің астына бірі қылып орналастырыңыз. Бақылаған құбылысты түсіндіріңіз.

10 кесте

бр №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N	5	10	12	16	8	6	9	11	7	14
f_d	8	8	6	8	16	18	18	33	14	14

5.1.3 Әр түрлі импульстік сипаттамалары бар шекті импульстік сипаттамалы тізбектерді зерттеңіз.

11 кестесінде көрсетілген бастапқы берілгендер үшін:

- $b_n = \text{sign}(|b_{n \text{ мабл}}| + 0,02 * N_{op})$ формуласы бойынша тізбек коэффициенттерін есептеңіз;

- есептелген b_n коэффициенттерінің мәнін 11 кестесінде бастапқы берілгендердің орнына; мысалы үшінші бригада үшін:

$$b_2 = \pm(0,3 + 0,02 \cdot 3) = \pm 0,36,$$

мұндағы “+” немесе “-” белгілері 11 кестеге сәйкесті анықталады; сонымен бірінші экспериментте $b_2 = + 0,36$, ал екіншісінде $b_2 = - 0,36$;

- 11 кестесіне N тізбек ұзындығын жазыңыз;

- классификацияға сәйкесті тізбек түрін анықтаңыз;

11 кесте

Тәжір №	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	N	Тізбек түрі
1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1				
2	0,1	0,2	- 0,3	0,2	0,1				
3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1			
4	0,1	0,2	- 0,3	- 0,3	0,2	0,1			
5	0,1	- 0,2	0	0,2	- 0,1				
6	- 0,1	- 0,2	0	0,2	0,1				
7	0,1	- 0,2	0,3	- 0,3	0,2	- 0,1			
8	0,1	- 0,2	- 0,3	0,3	0,2	- 0,1			
9	0,1	0,2	0,3	0,75	0,3	0,2	0,1		
10	- 0,1	0,2	- 0,3	0,75	- 0,3	0,2	- 0,1		

- ($f_d = 1$ кГц) негізгі жиілік жолағында коэффициенттері есептелген он шекті импульсті сипаттамалы тізбек үшін келесілерді алыңыз (11 кестені қара):

- а) амплитуда-жиіліктік сипаттамалар;
- б) фаза-жиіліктік сипаттамалар;
- в) беріліс функциялары (есеп жазу кезінде).

5.2 Бақылау сұрақтары мен тапсырмалар

5.2.1 Қандай тізбектер сызықты ФЖС-ға ие? Мысал келтіріңіз.

5.2.2 Шекті импульсті сипаттамалы тізбектердің төрт типінің таңдампаздығының қасиеттерін түсіндіріңіз.

5.2.3 Қандай сүзбе біртекті деп аталады? Біртекті сүзбенің АЖС формуласын шығарыңыз.

5.2.4 Біртекті сүзбенің ФЖС формуласын шығарыңыз.

5.2.5 Берілген N кезіндегі біртекті сүзбенің АЖС мен ФЖС-сын сапалы бейнелеп көрсетіңіз.

5.2.6 Шекті импульсті сипаттамалы тізбектердің барлық коэффициенттерінің таңбасын қарама қарсыға өзгерткенде АЖС мен ФЖС қалай өзгереді?

5.2.7 Зерттелген тізбектердің мүмкін болатын құрылымдық сұлбасын бейнелеңіз.

5.2.8 Импульстік сипаттама белгілі болғанда шекті импульстік сипаттамалы тізбектің беріліс функциясын жазыңыз.

5.2.9 Шекті импульсті сипаттамалы тізбектің беріліс функциясы берілгенде АЖС мен ФЖС үшін өрнектерін алыңыз.

Әдебиеттер тізімі

1. Солонина А.И., Улахович Д.А., Арбузов С.М., Соловьева Е.Б. Основы цифровой обработки сигналов: курс лекций. / Изд. 2-е испр. и перераб.– СПб.: БХВ - Петербург, 2005. - 768 с.

2. Петрищенко С.Н. Цифровая обработка сигналов. Конспект лекций для магистрантов специальности 6М0719 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации. - Алматы: АИЭС, 2009. – 36 с.

3. Айфичер Эммануил, Джервис Барри. Цифровая обработка сигналов: практический подход. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.- 992 с.

4. Смит, Стивен. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников. - М.: Додэка-XXI, 2008. – 720 с.

5. А.Оппенгейм, Р.Шафер. Цифровая обработка сигналов. М.: Техносфера, 2006. – 856 с.

Мазмұны

1	Лабораториялық жұмыстарды орындаудың әдістемелік нұсқауға дайындық	3
1.1	Жұмысқа дайындық	3
1.2	Зертханалық жұмысқа өту	3
1.3	Жұмыстың орындалу тәртібі	5
1.4	Есеп беру	5
2	Зертханалық жұмыс №1. Бірінші дәрежелі рекурсивті тізбектерді зерттеу	6
2.1	Жұмыстың орындалуы	6
2.2	Бақылау сұрақтары мен тапсырмалар	8
3	Зертханалық жұмыс №2. Екінші дәрежелі рекурсивті тізбектерді зерттеу	8
3.1	Жұмыстың орындалуы	8
3.2	Бақылау сұрақтары мен тапсырмалар	10
4	Зертханалық жұмыс №3. Бірінші және екінші дәрежелі фазалық буындарды зерттеу	11
4.1	Жұмыстың орындалуы	11
4.2	Бақылау сұрақтары мен тапсырмалар	13
5	Зертханалық жұмыс №4. Дискретті рекурсивті емес тізбектерді зерттеу	14
5.1	Жұмыстың орындалуы	14
5.2	Бақылау сұрақтары мен тапсырмалар	16
	Әдебиеттер тізімі	17

Святослав Николаевич Петрищенко
Алмас Нұрланұлы

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ЖҮЙЕСІНДЕ СИГНАЛДАРДЫ САНДЫҚ
ӨҢДЕУ НЕГІЗДЕРІ

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар
мамандығының студенттері үшін
зертханалық жұмыстарға арналған әдістемелік нұсқаулықтар

Редактор Б.С.Қасымжанова
Стандарттау бойынша маман: Н.Қ. Молдабекова

Басуға қол қойылды _____
Таралым 100 дана.
Көлемі 1,3 оқу баспа. б.

Пішіні 60x84 1/16
№ 1 типографиялық қағаз
Тапсырыс ___ Бағасы 650 тенге

«Алматы энергетика және байланыс университеті»
Коммерциялық емес акционерлік қоғамының
көшірмелі – көбейткіш бюросы
050013, Алматы, Байтұрсынұлы көшесі, 126