DOI 10.52209/1609-1825_2024_2_465 ӘОЖ 621.396.969.1

Ұшқышсыз ұшу аппараттарының сигналдарды басуын және шағын сигналдарды тануын зерттеу

[1]***ЕРЖАН Асел Ануаркызы,** PhD, доцент, a.erzhan@aues.kz,*
[1]**КОЖАБАЕВА Индира Байжумановна,** *докторант, аға оқытушы, i.kozhabayeva@aues.kz,*
[2]**БОЙКАЧЕВ Павел Валерьевич,** *т.ғ.к., кафедра меңгерушісі, pashapasha.boi@mail.ru,*
[3]**МАНБЕТОВА Жанат Дусенбаевна,** *PhD, доцент, zh.manbetova@kazatu.kz,*
[4]**ЮСУПОВА Гульбахар Мадреймовна,** *PhD, қауымдастырылған профессор, gulbahar68@mail.ru,*
[1]«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» КеАҚ, А. Байтұрсынұлы көшесі, 126/1, Алматы, Қазақстан,
[2]Беларусь Республикасының Әскери академиясы, Тәуелсіздік даңғылы, 220, Минск, Беларусь,
[3]«С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Жеңіс даңғылы, 62, Астана, Қазақстан,
[4]«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Сәтбаев көшесі, 22а, Алматы, Қазақстан,
**автор-корреспондент.*

Андатпа. *Ұшақ объектілеріне сигнал беру кезінде пайда болатын жаңғырық сигналдарының басылуы қарастырылады. Бұл басылымның өзектілігі сөйлеу сигналдарын таратуда, пайда болатын шуды немесе жаңғырық сигналдарын басуда, себебі қазіргі уақытта жүйелерде цифрлық сигналдарды өңдеу құралдарының үлесі тұрақты өсіп келеді. Эхо басудың екі негізгі әдісі қарастырылады. Оған адаптивті сүзгілер және олардың алгоритмдері зерттелді. Алгоритмдердің жеткіліксіздігін және табысты салыстыра отырып, айрықша тиімдісі таңдалды. Салыстырмалы талдау MatLab-та жүргізіледі, алдымен алгоритм құрастырылады, содан кейін схемалар жинақталады. Схема жиналған кезде бірнеше элементтерге мәндер тағайындалады және тиімді сүзгі анық, дақсыз сигнал береді. Эхо өңдеудің екі әдісінің сигналын тиімді өңдейтін, кодты тізімге жазатын және есептеулерді орындайтын алгоритм. Алынған таза сигналдар графиктер арқылы талданады.*

Кілт сөздер: *цифрлық сигнал, адаптивті сүзгілер, ұшақсыз ұшу аппараттары, алгоритмдер, шулар.*

Кіріспе. Қазіргі уақытта әртүрлі мақсаттағы жүйелердегі цифрлық сигналдарды өңдеу құралдарының үлесі тұрақты өсуде, оның ішінде ұшқышсыз ұшу аппараттары. Бұл тенденция әсіресе радиобайланыс жүйелеріне, биомедициналық зерттеулерге, аэроғарыштық және теңіз объектілерін бақылау кезінде навигация мәселелерін шешуге, сейсмологияға, аудио және бейне ақпаратты өңдеуге, цифрлық оптикаға және бірқатар басқа қолданбаларға тән. Бұл тапсырмалардың ерекшелігі нақты уақыт режимінде орындалатын есептеулердің үлкен көлемі болып табылады.

Соңғы жылдары әлемнің университеттік және инженерлік-техникалық орталарында математикалық есептеулерді жүзеге асырудың жаңа компьютерлік жүйесі – MatLab жүйесінің қарқынды таралуы байқалуда.

MatLab-тың «техникалық есептеу тілінің» негізгі артықшылықтары, оны басқа қолданыстағы математикалық жүйелер мен пакеттерден жақсы ажыратады [1-2].

MatLab жүйесі инженерлік есептеулер жүргізу үшін арнайы жасалған, онда қолданылатын математикалық аппарат инженер мен ғалымның заманауи математикалық аппаратына өте жақын және матрицалармен, векторлармен және т.б. есептеулерге сүйенеді [3-4].

Күрделі сандар мұнда функционалдық тәуелділіктердің графикалық көрінісі ин-

женерлік құжаттама талап ететін нысанда ұйымдастырылған.

MatLab жүйесінің бағдарламалау тілі өте қарапайым, BASIC тіліне жақын, кез келген бастаушыға арналған; оның құрамында бірнеше ондаған операторлар бар; мұндағы операторлардың аз саны көптеген процедуралар мен функциялармен өтеледі, олардың мазмұны пайдаланушыға тиісті математикалық және инженерлік дайындықпен оңай түсініледі [5-6].

Көптеген математикалық жүйелерден айырмашылығы, MatLab-бұл ашық жүйе; бұл MatLab-тың барлық процедуралары мен функциялары тек пайдалану үшін ғана емес, сонымен қатар түзету және модификациялау үшін де қол жетімді екенін білдіреді. MatLab – бұл қолданушы жасаған бағдарламалар мен процедуралар (ішкі бағдарламалар) арқылы өз қалауы бойынша кеңейе алатын жүйе, оны MatLab-қа бейімдеу оңай тапсырмалардың қажетті кластарын шешу [7-8].

Өте ыңғайлы-бұл өте қуатты ғылыми калькулятор режимінде жүйенің барлық есептеу мүмкіндіктерін пайдалану мүмкіндігі; сонымен бірге зерттеу үшін қайта пайдалануға болатын жеке бағдарламаларды жасауға болады. Бұл MatLab-ты ғылыми есептеу зерттеулерін жүргізудің таптырмас құралы етеді [9].

MatLab-тың соңғы нұсқалары оны Word мәтіндік редакторымен оңай біріктіруге мүмкіндік береді, бұл мәтіндік құжаттарды жасау кезінде MatLab-тың есептеу және графикалық мүмкіндіктерін пайдалануға мүмкіндік береді, мысалы, инженерлік және ғылыми есептер мен мақалаларды күрделі есептеулерді қосып, мәтінге графиктер шығаруға мүмкіндік береді.

Жүйенің мүмкіндіктері өте үлкен және тапсырмаларды орындау жылдамдығында ол көптеген басқа ұқсас жүйелерден алда келеді. Барлық осы ерекшеліктер MatLab жүйесін жоғары оқу орындарының оқу процесінде қолдану үшін өте тартымды етеді [10].

MatLab тиімділігі, ең алдымен, оның матрицалық есептеулерге бағдарлануымен байланысты [11] параллельді есептеулердің бағдарламалық эмуляциясы және циклдерді орнатудың жеңілдетілген құралдары. Жүйенің соңғы нұсқалары 64 биттік микропроцессорларды және Intel Core 2 Duo және Quad сияқты көп ядролы микропроцессорларды қолдайды, бұл есептеу жылдамдығы мен математикалық модельдеу жылдамдығының ең жоғары көрсеткіштерін қамтамасыз етеді.

Жұмыстың өзектілігі. Сигналдарды өңдеудің оңтайлы алгоритмдерін іздеу кезінде сигналдар мен шудың кейбір статистикалық үлгілеріне сүйену керек болады. Көбінесе бұл модельдерді қалыптастыру кезінде сызықтық, стационарлы және қалыпты (гауссизм) ұғымдары қолданылады. Дегенмен, бұл принциптер тәжірибеде әрқашан жүзеге асырылмайды, сигналды қабылдау сапасы көбінесе таңдалған модельдің сәйкестігіне байланысты [12].

Бастапқы дыбыстың немесе электрлік сигналдың кешіктірілген және бұрмаланған нұсқасы, кері шағылудың қарама-қарсы құбылысы. Шынайы өмірде әңгімелер арасында жиі жаңғырық болады.

Тапсырма қою. Әртүрлі қасиеттері бар көптеген бейімделу алгоритмдері бар, бірақ олардың көпшілігі мақсат функциясының экстремумын (әдетте минималды) табу әдістерінің бірінің туындысы немесе модификациясы болып табылады.

Бейімделу үшін жүйелерінің құрылымдары [13]: а) болжау, б) сәйкестендіру (модельдеу), в) сипаттамаларды теңестіру (компенсациялау), г) шуды басу. s – пайдалы кіріс сигналы; d – анықтамалық сигнал; x – кідірісі бар сигнал; y – шығыс сигналы; e – сигнал айырмашылығы (қателік сигналы); s+n – аддитивті шуы бар пайдалы кіріс сигналы; nr – корреляциялық шу [14].

Атқарылған жұмыстың нәтижелері. Кедергілерді (жаңғырық сигнал) басу үшін келесі алгоритмдер қолданылды:

1. LMS алгоритмі.
2. RLC алгоритмі.

1-суретте LMS алгоритмі арқылы жаңғырықты жою көрсетілген.

2-суретте MatLab жүйесінде LMS алгоритмінің алынған тізімі көрсетілген.

3-суретте анализатордың шығысындағы таза сигнал көрсетілген.

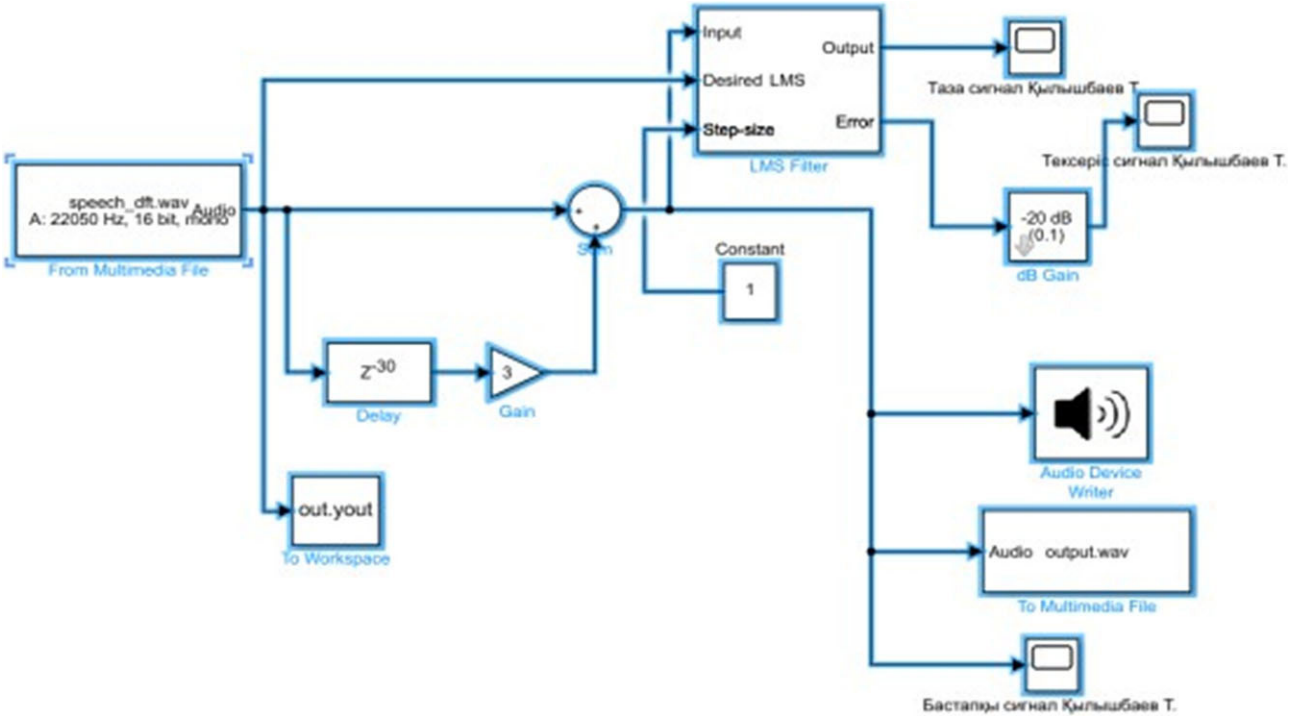
4-суретте RLS алгоритмі арқылы эхо басу үлгісі көрсетілген.

MatLab бағдарламасының Simulink қосымшасының өңдеуінен шыққан таза сигнал 5-суретте көрсетілген. Бұл анализатор шығысындағы таза сигнал.

Зерттеу нәтижелері бізге RLS алгоритмі 5-суретте көрсетілгені жаңғырық сигналын жақсырақ басатынын түсінуге мүмкіндік берді.

Қорытынды. LMS пен RLS бейімделу алгоритмдерінің жаңғырық сигналдарын басу кезіндегі айырмашылығы талданып, алынған графиктерді салыстыра келе RLS алгоритмінің жаңғырық сигналды басуда тиімді екенін көрдім.

Жаңғырықты басудың жоғарғы конвергенциясының және орташа қателер нормасын басу арқасында 80% басылым шықты. Әрине, LMS алгоритмін тиімді емес деген қате тұжырым болмақ, оған 2 ғасырлық сұраныстың кетпегені дәлел. Оның басты ерекшелігі мен кемшілігі: есептеу күрделілігінің төмен болуы және қателерді басу конвергенциясы-



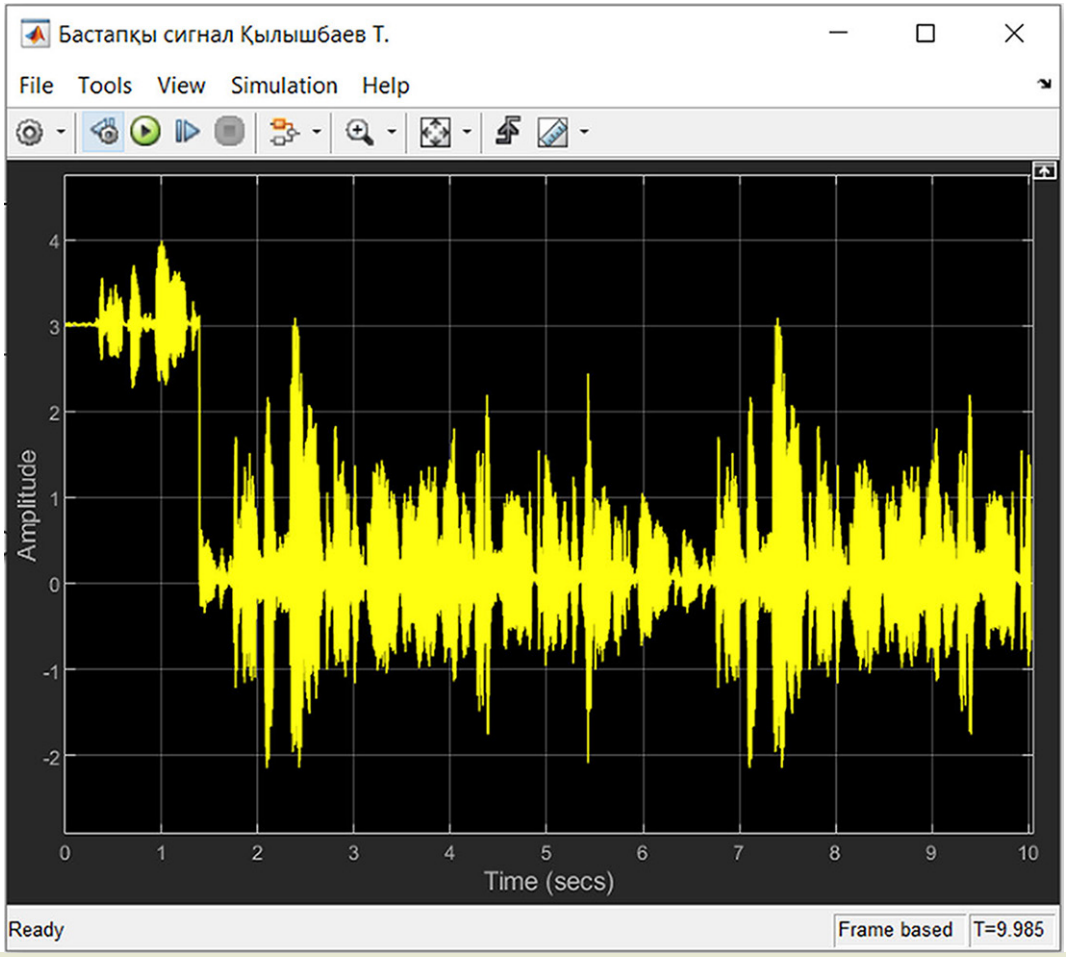
1-сурет – ҰАО-ға бағытталған LMS алгоритмі арқылы жаңғырықты басу үлгісі

Editor - C:\Users\User\Desktop\matlab2019\Kylyshbayev_LMS_Algorithm.m

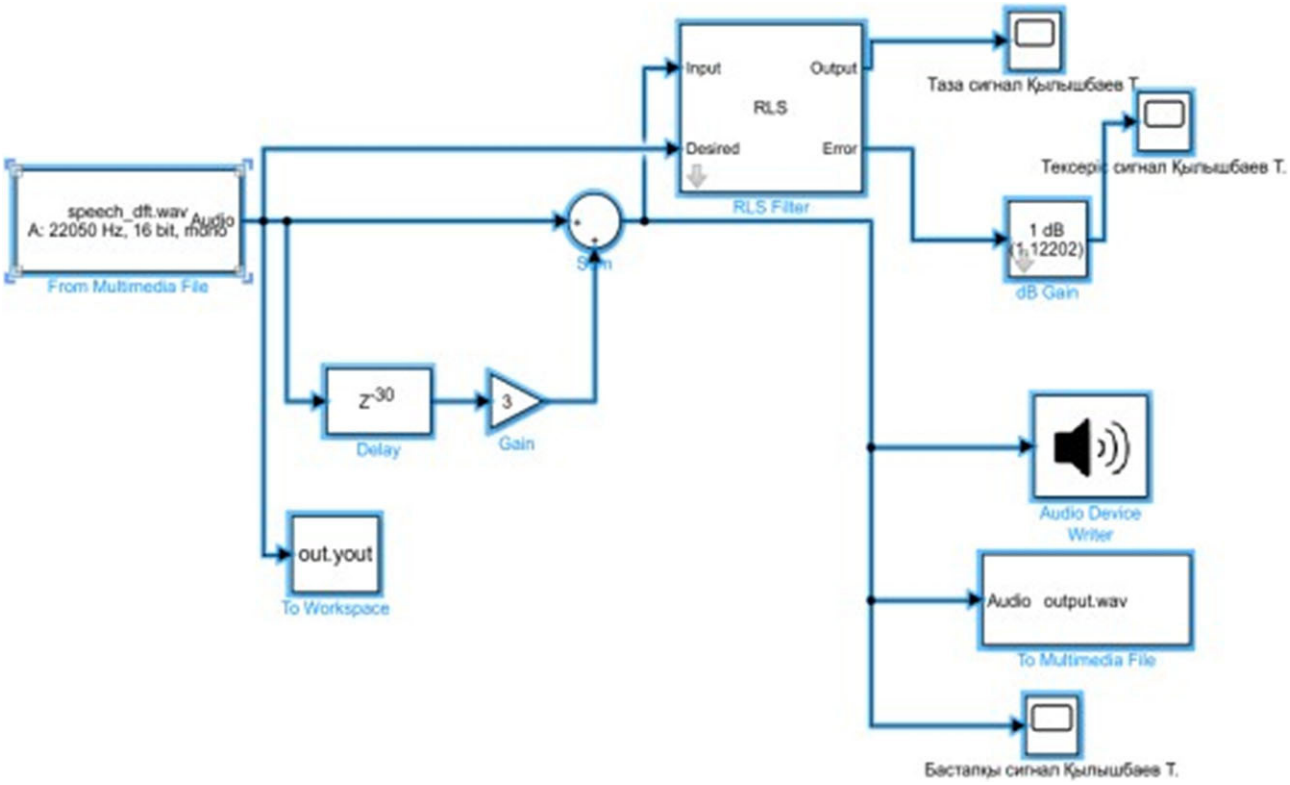
Kylyshbayev_LMS_Algorithm.m | Kylyshbayev_LMS_graph.m | Kylyshbayev_RLS_Algorithm.m

```
% LMS алгоритм бағдарламасы
clc;
clear;
close all;

% Қажетті Сигналды Құру
t = 0.001:0.001:1;
D = 2*sin(2*pi*50*t);

% Шу арқылы бұрмаланған сигнал
n = numel(D);
A = D(1:n)+0.9*randn(1,n);

M = 25;
w = zeros(1,M);
wi = zeros(1,M);
E = [];
mu = 0.0005;
for i = M:n
    E(i) = D(i) - wi*A(i:-1:i-M+1)';
    wi = wi + 2*mu*E(i)*A(i:-1:i-M+1)
end

% Сигналды бағалау
Est = zeros(n,1);
for i = M:n
    j = A(i:-1:i-M+1);
    Est(i) = ((wi)*(j)');
end
```

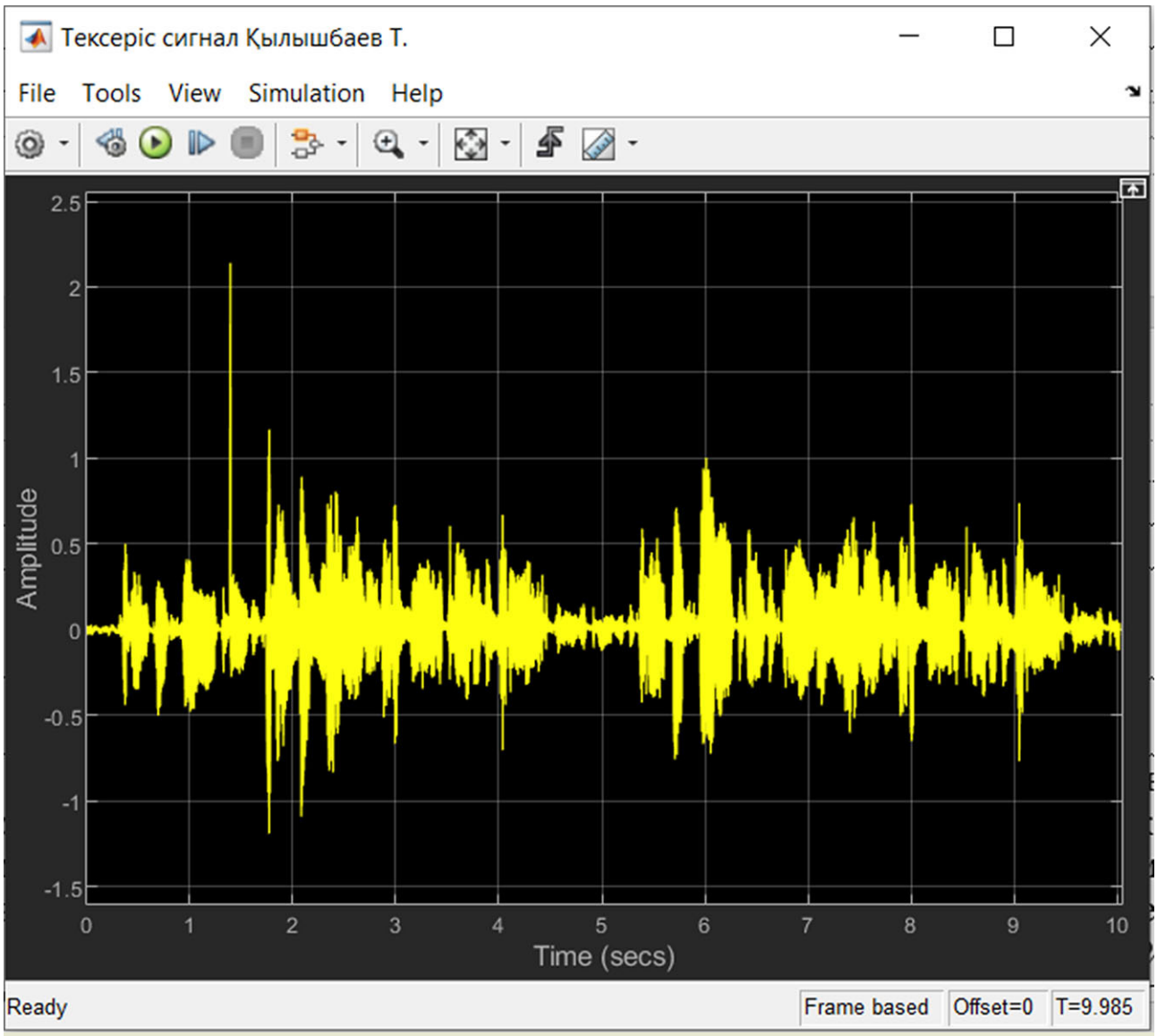
2-сурет – MatLab бағдарламасындағы LMS алгоритмінің нәтижелі тізімі



3-сурет – Таза сигнал. Моделде колданылған бастапқы сигнал



4-сурет – RLS алгоритмі арқылы жаңғырық басу үлгісі



5-сурет – Бастапқы таза сигналмен салыстыру сигналы

ның баяулығында.

Сонымен қатар, екі алгоритмнің жаңғырық сигналын басуда пайыздық қатынаспен көрсететін болсақ, RLS алгоритмі 100% таза сигнал берді, ал LMS алгоритмі 80%-ға таза сигнал берді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Дубовик И.А., Бойкачев П.В., Исаев В.О. Обзор и анализ методов синтеза широкополосных согласующих устройств к изменяющемуся импедансу нагрузки // Авиация: история, современность, перспективы развития: сборник материалов V международной научно-практической конференции БГАА. Минск, 22 октября 2020 г. / Ред. А.А. Жукова [и др.]; Под научн. ред. А.А. Шегидевича. – Минск: БГАА, 2020. – 901 с.
2. Дубовик И.А., Бойкачев П.В., Исаев В.О. Комплексный критерий синтеза широкополосных согласующих устройств на основе инварианта чувствительности // Информационные радиосистемы и

радиотехнологии 2020: материалы Респ. науч.-практ. конф. (Республика Беларусь, Минск, 28-29 октября 2020 года) / Редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск: БГУИР, 2020. С. 41-45.
3. Isaev V.O., Boykachev P.V. // Metrol. and instrumentation 2021. No. 1, P. 9.
4. Trival antene. Datasheet AD-44/CW-TA-30-512. – Slovenia, 2019.
5. Дубовик И.А., Исаев М.А. Синтез широкополосного согласующего устройства, адаптивного к изменяющемуся импедансу антенного устройства AD-44/CW-TA-30-512 // XIV Машеровские чтения: материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Витебск, 21 октября 2020 г. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: Е.Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2020. С. 24-26.
6. Dubovik I.A., Boykachev P.V. Method for synthesis of matching devices for broadband radio engineering systems with unstable load impedance based on the method of real frequencies. Doklady BGUIR. 2021; 19(5):70-78. (In Russ.) https://doi.org/10.35596/1729-7648-2021-19-5-70-78
7. Yerzhan A.A., Boikachev P.V., Virko S., Manbetova Z.D., Dunayev P.A. A new method of matching the synthesis of matching devices based on modified approximation in telecommunication devices // NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2023, 2 (458). Pp. 77-84.
8. Кропотов Ю.А., Ермолаев В.А. Моделирование и методы исследований акустических сигналов, шумов и помех в системах телекоммуникаций: монография. Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 256 с.
9. Янцевич, М.А., Бойкачев П.В. Анализ чувствительности характеристик электрических цепей синтезированных с использованием различных аппроксимирующих / 4-я МНТИК БНТУ (Минск, 2016 г.) докл. – Минск: БНТУ, 2016. – С. 30-31.
10. Адаптивное согласование широкополосных радиотехнических устройств к изменяющемуся импедансу нагрузки / И.А. Дубовик, П.В. Бойкачев, В.О. Исаев, М.А. Янцевич // Междунар. науч. конф. по воен.-техн. проблемам, проблемам обороны и безопасности, использования технологий двойного применения: сб. науч. статей 8-й Междунар. науч. конф., Минск, 16-17 мая 2019 г. – Минск, 2019. – С. 50-53.
11. Dubovik I.A., Boykachev P.V., Isaev V.O., Dmitrenko A.A. Methods for synthesis of matching circuits for broadband radio devices with unstable load impedance // Doklady BGUIR 19(1):61-69. DOI: 10.35596/1729-7648-2021-19-1-61-69. February 2021.
12. Бойкачев, П.В., Филиппович Г.А. Метод модификации аппроксимирующих функций для синтеза фильтров и согласующих цепей // Вестник ВАРБ. № 4 (37). 2012. – С. 63-69.
13. Naizagarayeva A., Abdikerimova G., Shaikhanova A., Glazyrina N., Bekmagambetova G., Mutovina N., Yerzhan A., Tanirbergenov A. Detection of heart pathology using deep learning methods. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), Vol. 13, No. 6, December 2023, pp. 6673-6680. ISSN: 2088-8708. https://doi.org/10.11591/ijece.v13i6.pp6673-6680
14. Alpyssov A., Uzakkyzy N., Ayazbaev T., Moldasheva R., Bekmagambetova G., Yessekeyeva M., Kenzhaliev D., Yerzhan A., Tolstoy A. ASSESSMENT OF PLANT DISEASE DETECTION BY DEEP LEARNING. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2023, 1 (2-121), pp. 41-48. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.274483

Исследование подавления сигналов и распознавания малых сигналов беспилотными летательными аппаратами

[1]***ЕРЖАН Асел Ануаркызы,** *PhD, доцент, a.erzhan@aues.kz,*
[1]**КОЖАБАЕВА Индира Байжумановна,** *докторант, старший преподаватель, i.kozhabayeva@aues.kz,*
[2]**БОЙКАЧЕВ Павел Валерьевич,** *к.т.н., зав. кафедрой, pashapasha.boi@mail.ru,*
[3]**МАНБЕТОВА Жанат Дусенбаевна,** *PhD, доцент, zh.manbetova@kazatu.kz,*
[4]**ЮСУПОВА Гульбахар Мадреймовна,** *PhD, ассоциированный профессор, gulbahar68@mail.ru,*
[1]*НАО «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева», ул. А. Байтурсынова, 126/1, Алматы, Казахстан,*

[2]Военная академия Республики Беларусь, пр. Независимости, 220, Минск, Беларусь,
[3]НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», пр. Женис, 62, Астана, Казахстан,
[4]НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», ул. Сатпаева, 22а, Алматы, Казахстан,
*автор-корреспондент.

Аннотация. Рассматривается подавление эхо-сигналов, возникающих при подаче сигналов на объекты самолета. Актуальность данной публикации заключается в распространении речевых сигналов, подавлении возникающих шумовых или эхо-сигналов, так как в настоящее время доля средств цифровой обработки сигналов в системах неуклонно растет. Рассматриваются два основных метода подавления Эхо. Были изучены адаптивные фильтры и их алгоритмы. Он был выбран наиболее эффективным, сравнивая успех и несовершенство алгоритмов. Сравнительный анализ проводится в MatLab, сначала составляется алгоритм, а затем накапливаются схемы. Когда схема собрана, нескольким элементам присваиваются значения, и эффективный фильтр подает четкий сигнал без пятен. Алгоритм, который эффективно обрабатывает сигнал двух методов обработки Эхо, записывает код в список и выполняет вычисления. Полученные чистые сигналы анализируются с помощью графиков.

Ключевые слова: цифровой сигнал, адаптивные фильтры, беспилотные летательные аппараты, алгоритмы, шумы.

Investigation of Signal Suppression and Recognition of Small Signals by Unmanned Aerial Vehicles

[1]***YERZHAN Assel,** PhD, Associate Professor, a.erzhan@aues.kz,
[1]**KOZHABAYEVA Indira,** Doctoral Student, Senior Lecturer, i.kozhabayeva@aues.kz,
[2]**BOIKACHEV Pavel,** Cand. of Tech. Sci., Head of Department, pashapasha.boi@mail.ru,
[3]**MANBETOVA Zhanat,** PhD, Associate Professor, zh.manbetova@kazatu.kz,
[4]**YUSSUPOVA Gulbahar,** PhD, Associate Professor, gulbahar68@mail.ru,
[1]NPJSC «Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev», A. Baitursynova Street, 126/1, Almaty, Kazakhstan,
[2]Military Academy of the Republic of Belarus, Independence Avenue, 220, Minsk, Belarus,
[3]NCJSC «S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Zhenis Avenue, 62, Astana, Kazakhstan,
[4]NCJSC «Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev», Satpayev Street, 22a, Almaty, Kazakhstan,
*corresponding author.

Abstract. The suppression of echo signals that occur when signals are sent to aircraft objects is considered. The relevance of this publication lies in the dissemination of speech signals, the suppression of emerging noise or echo signals, since currently the share of digital signal processing in systems is steadily growing. Two main methods of echo suppression are considered. Adaptive filters and their algorithms were studied. It was chosen to be the most effective, comparing the success and imperfection of algorithms. Comparative analysis is carried out in MatLab, first an algorithm is compiled, and then schemes are accumulated. When the circuit is assembled, several elements are assigned values, and an effective filter delivers a clear signal without spots. An algorithm that efficiently processes the signal of two Echo processing methods, writes the code to a list and performs calculations. The resulting net signals are analyzed using graphs.

Keywords: digital signal, adaptive filters, unmanned aerial vehicles, algorithms, noise.

REFERENCES

1. Dubovik I.A., Boykachev P.V., Isaev V.O. Review and analysis of methods for the synthesis of broadband matching devices to a changing load impedance // Aviation: history, modernity, development prospects: a collection of materials in the scientific and practical international conference of the BGAA. Minsk, October 22, 2020 / Ed. by A.A. Zhukov [et al.]; Under the scientific editorship of A.A. Shegidevich. – Minsk: BGAA, 2020. – 901 p.
2. Dubovik I.A., Boykachev P.V., Isaev V.O. A complex criterion for the synthesis of broadband matching devices based on a sensitivity invariant // Information radio systems and radio technologies 2020: materials of the Rep. scientific and Practical Conference (Republic of Belarus, Minsk, October 28-29, 2020) / Editorial board: V.A. Bogug [et al.]. – Minsk: BYUR, 2020. Pp. 41-45.
3. Isaev V.O., Boykachev P.V. // Metrol. and Instrument engineering 2021. No. 1, p. 9.
4. A trivial comparison. Specification AD-44/CW-TA-30-512. – Slovenia, 2019.
5. And Dubovik A., Isaev M.A. Synthesis of a broadband matching device adaptive to varying impedance of the antenna device AD-44/Ho-TA-30-512 // XIV Masherov readings: materials of the scientific and practical international conference of students, postgraduates and young scientists, Vitebsk, October 21, 2020 / Vitebsk. State University; editorial board: E.Ya. Arshansky (Chief editor) [and others]. – Vitebsk: P.M. Makherov VSU, 2020. Pp. 24-26.
6. Dubovik I.A., Boykachev P.V. Method of synthesis of matching devices for broadband radio engineering systems with unstable load resistance based on the real frequency method. Reports of the BGUIR. 2021; 19(5):70-78. (In Russian.) https://doi.org/10.35596/1729-7648-2021-19-5-70-78
7. Yerzhan A.A., Boikachev P.V., Virko S., Manbetova Z.D., Dunayev P.A. A new matching method for the synthesis of matching devices based on modified approximation in telecommunication devices // PROCEEDINGS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2023, 2 (458). Pp. 77-84.
8. Kropotov Yu.A., Ermolaev V.A. Modeling and research methods of acoustic signals, noise and interference in telecommunications systems: monograph. Moscow, Berlin: Direct Media, 2016. – 256 p.
9. Yantsevich, M.A., Boykachev P.V., Sensitivity analysis of characteristics of electrical circuits synthesized using various approximating / 4th MNTIK BNTU (Minsk, 2016) dokl. – Minsk: BNTU, 2016. – Pp. 30-31.
10. Adaptive coordination of broadband radio engineering devices to a changing load impedance / I.A. Dubovik, P.V. Boykachev, V.O. Isaev, M.A. Yantsevich // International Scientific Conference on Military Technology. problems, problems of defense and security, the use of dual-use technologies.: collection of scientific papers. articles of the 8th International Scientific Conference, Minsk, May 16-17, 2019. – Minsk, 2019. – Pp. 50-53.
11. Dubovik I.A., Boykachev P.V., Isaev V.O., Dmitrenko A.A. Methods of synthesis of matching circuits for broadband radio devices with unstable load resistance // Reports of BSUIR 19(1):61-69. DOI:10.35596/1729-7648-2021-19-1-61-69. February 2021.
12. Boykachev, P.V., Filippovich G.A. Method of modification of approximating functions for synthesis of filters and matching circuits // Vestnik VARB. No. 4 (37). 2012. – Pp. 63-69.
13. Naizagarayeva A., Abdikerimova G., Shaikhanova A., Glazyrina N., Bekmagambetova G., Mutovina N., Yerzhan A., Tanirbergenov A. Identification of heart pathology using deep learning methods. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), Volume 13, No. 6, December 2023, pp. 6673-6680. ISSN: 2088-8708. https://doi.org/10.11591/ijece.v13i6.pp6673-6680
14. Alpyssov A., Uzakkyzy N., Ayazbaev T., Moldasheva R., Bekmagambetova G., Yessekeyeva M., Kenzhaliev D., Yerzhan A., Tolstoy A. EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF DETECTING PLANT DISEASES USING DEEP LEARNING. Eastern European Journal of Corporate Technology, 2023, 1 (2-121), pp. 41-48. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.274483