

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық  
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Амандықова Диана Ермакқызы

«Li-Fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесін әзірлеу»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6B07104 – Electronics and Electrical Engineering білім беру бағдарламасы

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық  
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты  
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАҒА ЖІБЕРІЛДІ  
Кафедра меңгерушісі  
Е. Таштай  
«03» 06 2023 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Li-Fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесін әзірлеу»

6B07104 – Electronics and Electrical Engineering оқу бағдарламасы

Орындаған:

Д. Е. Амандықова

Пікір беруші  
Ғ. Дәукеев атындағы Алматы  
энергетика және байланыс  
университетінің Ph.D., доценті



Н. К. Алмуратова  
«2» маусым 2023 ж.

Ғылыми жетекші  
ҚазҰТЗУ, Ph.D. докторы,  
Электроника, телекоммуникация  
және ғарыштық технологиялар  
кафедрасының қауымдастырылған  
профессор

А. Хабай  
«2» маусым 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Қ.И Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес  
акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыш технологиялар кафедрасы

6B07104 – Electronics and Electrical Engineering оқу бағдарламасы



**Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Амандықова Диана Ермакқызы  
Тақырыбы «Li-Fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесін әзірлеу».  
Университет ректорының «23» қараша 2022ж. №408П/Ө бұйрығымен бекітілген  
Аяқталған жобаны тапсыру мерізімі «26» 04.2023ж.

Жұмыстың бастапқы мәліметтері: Қуат көзі, күн панелі, батарея, жарық диоды (LED), фото-детектор, диктофон(speaker).

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

1. Аудио деректерді тарату жүйесі туралы деректерді зерттеу
2. Li-Fi технологиясының мүмкіндіктерін анықтау
3. Li-Fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесінің моделін жобалау

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

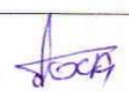
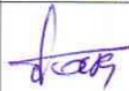

1. Transmission of data, audio and text signal using Li-fi technology To cite this article: G Madhuri et al 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 872 012010 <https://www.irjet.net/archives/V5/i4/IRJET-V5I487.pdf>
2. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) e-ISSN: 2395-0056 Volume: 09 Issue: 01 | Jan 2022 www.irjet.net p-ISSN: 2395-0072
3. Audio Transmission using Li-Fi Technology April 2019DOI:10.31142/ijtsrd23156
4. Visible Light Communication Technology For Data Transmission Using Li-Fi Rosilah Hassan; Mamoon Salam Flayyih; Ahmed Mahdi;Arbaiah Inn; Abdulrahman Sameer Sadeq; Dina Fitria Murad 2020 2nd International Conference on Computer and Information Sciences (ICIS) Year: 2020 | Conference Paper | Publisher: IEEE
5. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET) Volume 9, Issue 7, July 2018, pp. 853–859, Article ID: IJCIET\_09\_07\_088

Дипломдық жұмысты дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерізімі	Ескерту
Li-Fi технологиясының аудио деректерді тарату мақсатында қолданылуы жайлы деректерді жинау	07.02.2022	Орындалды
Li-Fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесінің моделінің сұлбасын жобалау	20.03.2023	Орындалды
Li-Fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесінің моделін қуат көзіне қосу арқылы тексеру	26.04.2023	Орындалды

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған

**Қолтаңбалары**

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	Хабай А. Ph.D. доктор, ЭТЖҒТкаф қауымдастырылған профессоры	02.06.2023	
Теориялық ақпарат	Хабай А. Ph.D. доктор, ЭТЖҒТкаф қауымдастырылған профессоры	02.06.2023	
Норма бақылау	Базарбай А.М. техника ғылымдарының магистрі, ассистент	01.06.2023	

Ғылыми жетекшісі  (қолы) Ph.D. доктор, қауымдастырылған профессор А. Хабай

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  (қолы) Д.Е. Амандыкова

Күні «22» қараша 2022 ж.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	
1 Li-fi технологиясы	8
1.1 Li-fi технологиясы туралы жалпы дерек	8
1.2 Li-fi технологиясының артықшылықтары	11
1.3 Li-fi технологиясы арқылы сигнал тарату	13
1.4 Li-fi технологиясының мүмкіндіктері	15
2 Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату	16
2.1 Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату	16
2.2 Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды таратудың жұмыс істеу принципі	18
2.3 Li-fi технологиясы арқылы аудисигналдарды таратудың артықшылықтары	18
3 Li-fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесі	21
3.1 Дайын модельдің құрылысы	22
3.2 Дайын модельдің жұмыс істеу принципі	24
3.3 Дайын модель бойынша есептеулер	27
3.4 Дайын модельдің артықшылықтары	28
4 Li-fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесінің қолданылуы	30
4.1 Li-fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесінің қолданылу аясы	30
4.2 Li-fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесінің болашағы	30
Қорытынды	32
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	33

## **АНДАТПА**

Заманауи коммуникацияны дамыту мақсатында сымсыз байланыс өте үлкен сұранысқа ие. Көрінетін жарық арқылы Light Fidelity (Li-Fi) сигнал тарату технологиясы көптеген мүмкіндіктер ұсынуда. Бұл жоба ғылыми зерттеу мақсатында қазіргі таңдағы сымсыз байланыстың мүмкіндіктерін анықтау үшін орындалды. Li-Fi технологиясы арқылы әртүрлі сигнал түрлерін таратуға мүмкіндік береді. Li-Fi технологиясы арқылы аудио деректерді тарату қолжетімді әрі тиімді болып табылады. Осы дипломдық жұмыста Li-Fi технологиясы арқылы аудио деректерді тарату жүйесін зерттеу арқылы оның артықшылықтары анықталды. Осыны анықтау үшін Li-Fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесін жобалау және оның мүмкіндіктерін анықтау атты мақсат қойылды. Мақсатқа жету барысында Li-Fi технологиясының көмегімен қарапайым құрылысты аудио деректерді тарату жүйесін дайындауға болатындығы дәлелденді. Li-Fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесінің жылдамдық, сапа, қолжетімділік және қауіпсіздік жағынан өте тиімді сымсыз байланыс жүйесі екені анықталды. Осы мүмкіндіктердің арқасында қазіргі таңда Li-Fi технологисының сұранысы арта түсуде.

## **АННОТАЦИЯ**

Для развития современной связи беспроводная связь имеет большое значение. Технология передачи сигнала Light Fidelity (Li-Fi) является посредством видимого света, которая предлагает множество возможностей. Этот проект осуществлялся с целью научных исследований по определению возможностей современной беспроводной связи. Он позволяет передавать различные типы сигналов по технологии Li-Fi. Передача аудиоданных по технологии Li-Fi доступна и эффективна. В данной дипломной работе рассматриваются преимущества системы передачи аудиоданных через технологию Li-Fi. Для определения этого была поставлена цель проектирования системы распределения аудиоданных на основе технологии Li-Fi и определения ее возможностей. В ходе достижения цели было доказано, что можно подготовить простую по конструкции систему распределения аудиоданных с использованием технологии Li-Fi. Было обнаружено, что основанная на технологии Li-Fi система распределения аудиоданных является очень эффективной системой беспроводной связи с точки зрения скорости, качества, доступности и безопасности. Благодаря этим особенностям в настоящее время растет спрос на технологию Li-Fi..

## **ABSTRACT**

For the development of modern communication, wireless communication is of great importance. Light Fidelity (Li-Fi) signal transmission technology is through visible light that offers many possibilities. This project was carried out for the purpose of scientific research to determine the capabilities of modern wireless communications. It allows you to transmit various types of signals using Li-Fi technology. Li-Fi audio transmission is affordable and efficient. In this thesis, the advantages of the audio data transmission system through Li-Fi technology are considered. To determine this, the goal was to design an audio data distribution system based on Li-Fi technology and determine its capabilities. In the course of achieving the goal, it was proved that it is possible to prepare an audio distribution system with a simple design using Li-Fi technology. The Li-Fi based audio distribution system has been found to be a very efficient wireless communication system in terms of speed, quality, availability and security. Due to these features, there is currently a growing demand for Li-Fi technology.



## КІРІСПЕ

Заманауи технологиялардың жылдам дамуы сигналды тарату жолдарының көптүрлілігін дәлелдеуде. Қазіргі замандағы ең танымал сигналды тарату жолы әрине ол сигналды желісіз тарату. Желісіз тарату ретінде біз мобильді байланыс, спутникті байланыс немесе Wi-fi деп білеміз, бірақ соңғы зерттеулерге сенсек жарық арқылы да сигнал таратуға болады. Алғаш рет 2011 жылы Эдинбург университетінің мобильді байланыс кафедрасының оқытушысы Харальд Хаас Li-fi технологиясының прототипін жасап, жарық арқылы аудио, мәтін және видео сияқты сигналдарды таратуға болатынын дәлелдеген. Li-fi технологиясы жарықты қолдану арқылы сигнал тарату жүйесі болып табылады, яғни Wi-fi технологиясында радиотолқындарды қолдансақ, Li-fi технологиясында жарықты қолданамыз. Li-fi технологиясы таратқыш және қабылдағыштан тұратын байланыс жүйесі, яғни таратқыш арқылы белгілі бір сигнал түрін лазермен немесе светодиодтармен қабылдағышқа жіберілсе, ал қабылдағыш фоторезистормен немесе күн батареяларымен сигналды қабылдау арқылы жұмыс істейді. Бұл жоба Li-fi технологиясы арқылы дыбыс сигналдарын тарату тақырыбын қарастырады. Li-fi технологиясы арқылы дыбыс сигналдарын таратудың қарапайым жолын, тиімділігін және артықшылықтары зерттелді. Негізгі мақсат Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарататын қарапайым жүйені әзірлеу және оның тиімділігі мен байланыс саласындағы болашағы жарқын екенін дәлелдеу.

## **1 Li-fi технологиясы**

### **1.1 Li-fi технологиясы жайлы жалпы дерек**

Li-fi – жарықтың көмегімен сигналды тарату жүйесі болып табылады. Li-fi технологиясы – сигналды тарату кезінде сапалы әрі жылдам таратуды қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін және WiFi технологиясының барлық мүмкіндіктерін қамтитын сигнал тарату жүйесі. Li-fi технологиясы сигналды жылдам әрі WiFi технологиясына қарағанда үлкенірек радиусқа таратуға мүмкіндік береді. Себебі жарық қазіргі заманда кез келген жерде қолжетімді әрі тиімді болып табылады[1].

Li-Fi Light-Fidelity жарықдиодты шам арқылы деректерді жіберу арқылы жарықтандыру арқылы деректерді беруді қамтамасыз ететін дегенді білдіреді. Li-Fi модуляция өткізу қабілеттілігі жоғары және энергияны үнемдейтін жарықтандыруы бар жарық шығаратын диодтарды (LED) пайдаланады. Бұл жарық диодтары жіберілетін биттердің ағынына сәйкес модуляциялауға мүмкіндік беретін жоғары ауысу жылдамдығына ие. Бұл жіберу параллельді ағында орын алады, осылайша көбірек деректер бір уақытта жіберіледі. Ауыстыру жылдамдығы жай көзге көріну үшін тым жылдам, сондықтан бұл беріліс байқалмайды. Бұл технологияны Эдинбург университетінде неміс физигі Харальд Хаас ұсынған. Li-Fi, оның негізінде жарыққа негізделген Wi-Fi болып табылады, оның басты айырмашылығы ол деректерді беру үшін радиотолқындардың орнына жарықты пайдаланады. Li-Fi жүйесі интернетті немесе деректерді беруді, сондай-ақ жарықтандыруды қамтамасыз ететін кәдімгі, дайын, жарықдиодты шамдардан тұрады. Ол электромагниттік спектрдің көрінетін жарық бөлігін (380 нм-ден 780 нм-ге дейін) пайдаланады. Осылайша, оның қолжетімділігі 10 000 есе көп, сондықтан өткізу қабілеті көбірек болады. Теориялық тұрғыдан ол 224 Гбит/с жылдамдыққа жете алады.

Li-fi технологиясы деректерді беру үшін жарықдиодты шамдарды пайдаланады. Бұл жоғары жылдамдықты байланысты қамтамасыз ету үшін жарық диодты жарықты пайдаланатын оптикалық сымсыз байланыс технологиясының туындысы болып табылады. Көрінетін жарық байланысы жарық диодты өшіру және қосу арқылы өте жоғары жылдамдықпен жұмыс істейді, оны адам көзі байқамайды. Li-Fi жарық диодының қарқындылығы оны адам көзі көрмейтіндей етіп төмен деңгейде ұсталады, бірақ жоғары байланысты оңай жүзеге асыру үшін жеткілікті. Ол сондай-ақ қауіпсіздік жағынан өте жақсы қорғанысқа ие, өйткені жарық қабырғаларға ене алмайды. Дегенмен, бұл сонымен қатар ауқымды шектейді. Бұл электромагниттік кедергі әсіресе ауруханалар, атом электр станциялары және ұшақтар сияқты болдырмайтын электромагниттік сезімтал аймақтарда тиімді. WiFi және Li-Fi ақпарат беру үшін электромагниттік спектрді пайдаланғанымен, WiFi радиотолқындарды, ал Li-Fi көрінетін жарықты пайдаланады. Li-Fi сыйымдылығында дерлік шектеулер жоқ. Көрінетін жарық спектрі бүкіл радиожилік спектрінен 10 000 есе үлкен. Жарық сигналдары сымсыз арналар арқылы қабылдағышқа беріледі. Қабылдағыштағы



детектор хабарламаны қалпына келтіру үшін оптикалық сигналдарды түрлендіреді. Жарық қабырғалар арқылы өте алмайтындықтан, LiFi сигналдарын физикалық кеңістікте қорғауға болады [11].

Көрінетін жарықтың байланыс технологиясы негізінде Li-Fi деп аталатын озық технология жарықтандыру және деректерді беру үшін көрінетін жарық диодының қос функциясын қамтамасыз етеді. Li-Fi - радиотолқындардың орнына көрінетін жарықты пайдаланатын Wi-Fi-дың ең соңғы нұсқасы. Демек, көрінетін жарықтың деректерді беру жылдамдығы басқа кең жолақтыға қарағанда жоғары жылдамдыққа ие. Ол Wi-Fi-ға қатысты мәселені жеңеді, өйткені Li-Fi желісі кеңірек, сондықтан трафикті өңдеу мүмкіндігі жақсарды және Wi-Fi-ға қарағанда арзанырақ [6].

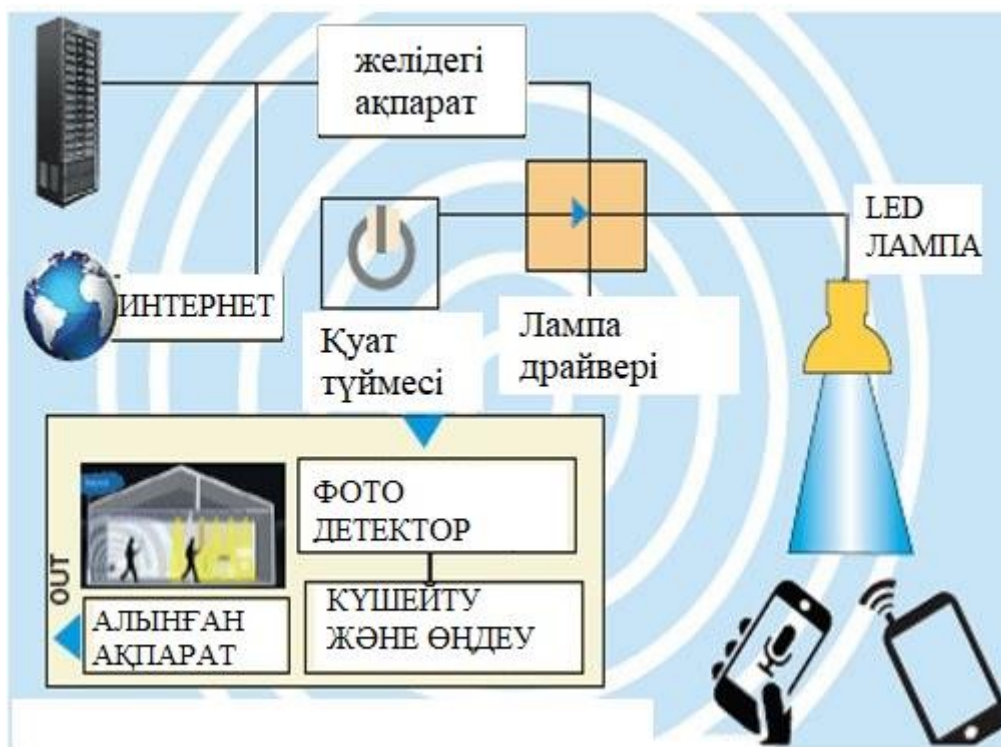
VLC жүйесі LAN және Wi-Fi сияқты қазіргі қолданыстағы басқа сымсыз байланыс жүйесімен салыстырылады. LAN өте қысқа диапазонда қол жетімді және ол мобильді емес. Ал Wi-Fi трафикті өңдеу мүмкіндігі төмен, өйткені пайдаланушы саны көбейген сайын Wi-Fi пайдаланушының қажеттілігін қанағаттандыра алмайды. Li-Fi Wi-Fi-мен салыстырғанда бұл мәселені шешуге айтарлықтай мүмкіндік береді. Ол адам көзі анықтамайтын жарық қарқындылығын өзгерту арқылы жарық диодтарын жылдам қосу және өшіру арқылы деректерді жібереді [7].

Ақ жарық диодты пайдалану арқылы деректерді беру жылдамдығы шамамен 10 Гбит/с құрайды. Ішкі көрінетін жарық байланысы жоғары жылдамдықты деректерді беруді қамтамасыз ету үшін көрінетін жарық спектрін пайдаланады, ол бір уақытта энергияны үнемдейтін жарықтандыру ретінде пайдаланылады. Осылайша, байланыс пен жарықтандырудың қосарлы функциясы туралы идея тиімді шығындарды азайтуға және көміртегі іздерін азайтуға мүмкіндік береді [10].

Li-Fi технологиясы деректер жылдамдығын, тиімді және аз қуат тұтынуды жақсарту үшін әзірленуде. LiFi - екі бағытты желі жүйесі және пайдаланушыға Wi-Fi сияқты айтарлықтай ұқсас тәжірибені ұсынады. Біз болашаққа қарай жылжып келе жатқанда, қосылуға қойылатын талаптар геометриялық прогрессия түрінде артады [6]. Бұл талаптарды қанағаттандыру үшін бізге жоғары спектрлік сыйымдылық желісі қажет. LiFi арқылы біз радиожиліктен 10 000 есе үлкен спектрді пайдалана аламыз. LiFi қазір бұрын-соңды болмаған деректер мен өткізу қабілеттілігін қамтамасыз етеді. Бұл оптикалық сымсыз байланыстың санаты, оған инфрақызыл және ультракүлгін байланыс, сондай-ақ көрінетін жарық кіреді [3]. Дегенмен, Li-Fi бірегей болып табылады, өйткені жарықтандыру үшін пайдаланылатын бірдей жарық энергиясы байланыс үшін де пайдаланылуы мүмкін. LiFi жұмысы қарапайым, бірақ күшті. Жарықдиодты шам тұрақты токпен қамтамасыз етілгенде, жарықтандыру ретінде көрінетін шамнан фотондардың ағыны шығарылады. Жарықдиодты шамдар жартылай өткізгіш құрылғылар болып табылады, бұл токты білдіреді, сондықтан жарықтандыру фотодетектор арқылы анықталатын өте жоғары жылдамдықта модуляциялануы мүмкін. Бұл техниканы қолдану арқылы жоғары жылдамдықтағы ақпаратты жарықдиодты шам арқылы жіберуге болады. LiFi қашықтан басқару пульті

сияқты арзан инфрақызыл құрылғыларға ұқсас тікелей модуляция әдістерін пайдаланады. Сондай-ақ, жарықдиодты шамдар өте үлкен ақпарат жылдамдығына ие болуы мүмкін, себебі жарық диодты шамдар өте жоғары қарқындылыққа ие [2].

Li-fi технологиясы қарапайым болғанымен жақсы нәтижемен қуантарлықтай жұмыс істейтін жүйе болып табылады. Li-fi технологиясы таратқыш және қабылдағыштан тұрады. Жарық диодтары адам көзіне көрінбейтіндей 1 мкс жылдамдықпен жанып өшуі мүмкін, міне осы адам байқамайтын жанып өшу кезінде сигналдар екілік кодқа түрленіп қабылдағышқа жіберіледі. Бұл жердегі жарық диодтарының «қосылған режимі» - екілік «1», ал «өшірілген режим» - екілік «0»-ге тең. Осылайша жарық диодтары жанып өшу барысында екілік 1 және 0-ден тұратын тізбекті құрастырып сигналды таратады. Бұл сигналды жарықсезуші құрылғы қабылдап оны бастапқы деректерге түрлендіреді. Модуляцияның жылдам жүретіні соншалық ол адам көзіне жарық диодтары мүлде өшпегендей болып көрінеді. Li-fi технологиясының жұмыс істеу принципін 1.1 суреттен көруге болады [1]:



1.1-сурет – Li-fi технологиясының жұмыс істеу принципі

Жалпы Li-fi технологиясы синалды 100 Мбит/с жылдамдықпен тарата алады және де Li-fi технологиясы жарық арқылы жұмыс істейтіндіктен жарық үнемі қосулы болуы керек, бірақ жарық кедергі келтіруі мүмкін сондықтан оны көзге көрінбейтін деңгейге дейін жарықты төмендетіп қойған жағдайда да Li-fi технологиясы жұмысын жалғасытыра береді. Жарық диодтарының күштілігіне байланысты сигнал да жылдам әрі үлкен арақашықтыққа таралады[1].

## 1.2 Li-fi технологиясының артықшылықтары

Li-fi технологиясы сигнал тарату жүйелерінің ішіндегі тиімді әрі қолжетімді тарату жүйесі болып табылады. Себебі Li-fi технологиясының көптеген артықшылықтары бар және ол Li-fi технологиясының Wi-fi технологиясынан айырмашылықтарын да байқауға болады[2].

Жалпы Li-fi технологиясының артықшылықтарын 1.1 кестеден көруге болады:

Кесте 1.1 – Li-fi технологиясының артықшылықтары [7]

Параметрлер	Li-Fi технологиясының артықшылықтары
Жарық	Жарық диодтары лампадан көбірек жарық бөледі
Қосу-өшіру уақыты	Жарық диодтары өте тез жанады
Құрамы	Люминесценттік лампада сынап болса, жарық диодтарында жоқ
Еркін топ	Li-Fi лицензия қажет етпейтін төменжиілікті аймақта жұмыс істейді
Биік жылдамдық	Өте биік жылдамдық 1 Гб/с
Авиакомпаниялар	Li-Fi әуедегі ұшақта да жақсы жұмыс жасайды
Денсаулыққа әсері	Денсаулыққа зияны жоқ, сондықтан медициналық құрылғыларда қолдануға болады
Су астындағы эффект	Су астында да жақсы жұмыс жасайды, Wi-fi жұмыс істей алмайды
Трафикті басқару	Жолдағы қозғалысты басқару мақсатында қолдануға болады, себебі жарық диодтарының жарығы жолдағы әртүрлі қайғылы жағдайлардан сақтау мүмкіндігі өте жоғары
Көшедегі жарық	Кез келген көше фонарін интернетке қолжетімді аймақ ретінде өзгертуге болады
Көмек спектрі	Радитолқындары кез келген жерде табылмаса да, жарық кез келген жерде табылады.

Жоғарыда жазылғандай Li-fi технологиясының артықшылықтары біршама және қолжетімді технология болып табылады. Wi-Fi мен Li-Fi арасындағы негізгі айырмашылықтар деректерді беру тәсілі мен қолданылатын технологияларда жатыр .

Wi-Fi қабырғалар мен басқа кедергілер арқылы өтетін деректерді беру үшін радиотолқындарды пайдаланады. Wi-Fi 2,4 ГГц-тен 5 ГГц-ке дейінгі жиілік диапазонын пайдаланады және деректер сигнал модуляциясының көмегімен радиотолқындар арқылы беріледі. Wi-Fi сымсыз деректерді беру үшін кеңінен қолданылатын стандарт болып табылады және деректерді берудің жоғары жылдамдығына қол жеткізуге мүмкіндік береді [12].

Li-Fi, керісінше, деректерді беру үшін көрінетін жарықты пайдаланады, яғни деректерді тек жарықтандыру аймағында ғана беруге болады. Li-Fi жарық толқындары арқылы таралатын сигналдарды жасау үшін жарықдиодты

шамдарды пайдаланады және инфрақызыл және ультракүлгін сәулелерді қоса, әртүрлі спектрлік диапазондарда деректерді беру үшін пайдаланылуы мүмкін. Li-Fi деректердің жоғары жылдамдығын қамтамасыз ете алады, бірақ жарықтандыру кеңістігімен шектелуі мүмкін [7].

Li-Fi-дың Wi-Fi-дан артықшылығының бірі - деректердің жоғары жылдамдығы, өйткені жарық толқындары радиотолқындарға қарағанда жоғары жиілікке ие болуы мүмкін. Сонымен қатар, Li-Fi қауіпсіздік тұрғысынан әлдеқайда қауіпсіз, өйткені жарық сигналдары қабырғалардан және басқа кедергілерден өтпейді, бұл оны ұстап алуды және бұзуды қиындатады. Дегенмен, Li-Fi кемшілігі деректерді беру аймағының шектеулілігі және жарық диодтары мен оптикалық қабылдағыштарды орнатудың жоғары құны болып табылады. 1.1-кестеде көрсетілгендей Wi-fi технологиясының да Li-fi технологиясынан айырмашылығы өте көп және артықшылықтары да бар, сол артықшылықтарын төмендегі 1.2-кестеден көруге болады [7]:

Кесте 1.2 – Li-fi және Wi-fi технологияларының айырмашылықтары [7]

Параметрлер	Li-fi	Wi-fi
Жылдамдық	Жоғары	Жоғары
Спектр	Wi-fi-дан 10 000-ға ауқымды	Өте тар
Қауіпсіздік	Қабырғадан жарық өтпейтіндіктен қауіпсіздік деңгейі жоғары	Қабырғадан радиотолқындар оңай өтетіндіктен қауіпсіздік деңгейі төмен
Сенімділік	Орташа	Орташа
Өткізу аймағы	Жоғары, спектр ауқымды болғандықтан	Төмен
Таратқыш/қабылдағыш қабілеті	Жоғары	Орташа
Қоршаған ортаға әсері	Төмен	Орташа
Құрылғылар арасындағы байланыс	Жоғары	Жоғары
Кедергі	Жоғары	Төмен
Материалдың қолжетімділігі	Жоғары	Орташа
Нарықтағы танымалдылығы	Төмен	Жоғары
Кешігу уақыты	Бірнеше микросекунд	Бірнеше миллисекунд

Li-fi технологиясының Wi-fi технологиясынан қандай айырмашылықтары бар екендігін 1.2 кестеден байқадық. Li-fi технологиясының Wi-fi технологиясынан артықшылықтарын да, біраз параметрлер бойынша сапа жағынан алда екенін байқауға болады [3].

Фрэнк Дайк, Фотоникалық микрожүйелер институтының Li-Fi әзірлеу бөлімінің басшысы. Фраунгофер, Дрезден, Германия, Li-Fi USB кабельдері сияқты тасымалдау жылдамдығына қол жеткізе алады, бұл Bluetooth сияқты сымсыз технологиялар үшін қиын. Ол сондай-ақ Li-Fi-дың тағы бір

артықшылығын атап өтті, бұл Li-Fi кідірісі микросекундтар тәртібінде, ал Wi-Fi миллисекунд ретімен [4].

Осы жаңа технологияны қабылдауға итермелейтін жоғарыда аталған артықшылықтармен Li-Fi-дың нақты қажеттілігін растауға болады [14].

Cisco Visual Network Index пайдаланушы сұранысының спектрлік тиімділік артуынан жылдам өсіп жатқанын көрсетеді. 2015 жылға қарай сымсыз құрылғылардан келетін трафик сымды құрылғылардан келетін трафиктен асып түседі деп күтілуде. Желі трафигінің бұл өсуі айтарлықтай талап етеді сымсыз және Li-Fi туралы ойлау жолындағы өзгерістер бізге қажет өзгерістер болуы мүмкін [14].

### **1.3 Li-fi технологиясы арқылы сигнал тарату**

Сигналдарды әртүрлі критерийлер бойынша жіктеуге болады, мысалы, олардың сипаты, формасы, берілу тәсілі және т.б [11].

Сигналдар аналогтық немесе сандық сипатта болуы мүмкін. Аналогтық сигнал амплитуданың уақыт бойынша үздіксіз өзгеруі, ал цифрлық сигнал биттер тізбегіне түрлендіруге болатын дискретті мәндерден тұрады [11].

Сигналдардың пішіні мерзімді немесе кезеңдік болуы мүмкін. Периодтық сигнал тұрақты аралықпен қайталанатын, ал аперидоттық сигналда анықталған қайталау кезеңі болмайды [11].

Сигналдар үздіксіз немесе дискретті болуы мүмкін. Үздіксіз сигнал уақыт бойынша үздіксіз өзгереді, ал дискретті сигнал уақыттың белгілі бір нүктелерінде тек дискретті мәндерге ие болады [11].

Тасымалдау әдісіне сәйкес сигналдар сымды немесе сымсыз болуы мүмкін. Сымды сигналдар сымдар немесе кабельдер арқылы беріледі, ал сымсыз сигналдар радиотолқындар, инфрақызыл сәулелер, ультрадыбыстық және т.б [11].

Сонымен қатар, сигналдар бір бағытты немесе екі бағытты болуы мүмкін. Бір бағытты сигнал тек бір бағытта беріледі, ал екі бағытты сигнал екі бағытта да берілуі мүмкін [11].

Li-Fi технологиясының көмегімен дыбыс, бейне және деректерді қоса, сигналдардың әртүрлі түрлерін тасымалдауға болады. Дегенмен, қабырғаларды және басқа кедергілерді өте алатын радиотолқындардан айырмашылығы, Li-Fi жарық көзі мен сигнал қабылдағыш арасындағы көру сызығын қажет етеді. Сондықтан Li-Fi арқылы сигналдарды беру үшін жарық көзі тікелей қабылдағышқа бағытталуы керек [13].

Li-Fi аудио сигналдарды, соның ішінде музыканы, сөйлеуді және басқа дыбыс сигналдарын жібере алады. Бұл дыбыстық сигналға сәйкес жарық шығысын модуляциялай алатын жарық диодты шамдар және жарық сигналын қайтадан электрлік сигналға айналдыра алатын фотодиодтар сияқты арнайы жабдықты пайдалануды талап етеді [13].

Бейне сигналдарды Li-Fi арқылы беру үшін жоғары деректер жылдамдығын және модулятор-демодуляторлар, оптикалық модуляторлар және жоғары күшейту фотодиодтары сияқты күрделі жабдық қажет. Бұл жоғары ажыратымдылықтағы (HD) және ультра жоғары ажыратымдылықтағы (UHD) бейне сияқты жоғары сапалы бейне сигналдарын Li-Fi арқылы таратуға мүмкіндік береді [13].

Li-Fi арқылы беру үшін бейне сигналдарды түрлендірудің бір жолы - жарық қарқындылығы модуляциясын пайдалану. Бұл жағдайда ақпарат бейне сигналдың деректеріне сәйкес жарық сигналының жарықтығын өзгерту арқылы беріледі. Бұл әдіс бейне сигналдарды секундына бірнеше гигабитке дейінгі жылдамдықпен жіберуге мүмкіндік береді [13].

Li-Fi арқылы бейне сигналды беру үшін деректерді бірнеше метрге дейінгі қашықтыққа жіберу үшін жеткілікті қарқындылығы бар жарық толқындарын тудыруы мүмкін жоғары жарықтылықты жарықдиодты шамдарды пайдалану қажет. Li-Fi арқылы бейне сигналды беру үшін жарық толқындарының тікелей қабылдағышқа бағытталуы қажет екенін ескеру маңызды, бұл таратқыш пен қабылдағыш арасындағы тікелей көріну жағдайында қиын болуы мүмкін [13].

Дегенмен, Li-Fi технологиясы әлі де әзірленуде және сынақтан өтуде және оның бейне таратуға арналған қолданбасы қазіргі уақытта шектеулі. Қазіргі уақытта Li-Fi-дың негізгі қолданбасы кеңсе және қоғамдық ғимараттарда деректерді беру болып табылады, мұнда деректерді берудің жоғары жылдамдығы мен қауіпсіздігі маңызды талаптар болып табылады [13].

Мәтіндік деректерді Li-Fi арқылы тасымалдау да мүмкін. Ол үшін мәтінді жарық толқындары арқылы берілетін биттік тізбекке түрлендіру қажет [13].

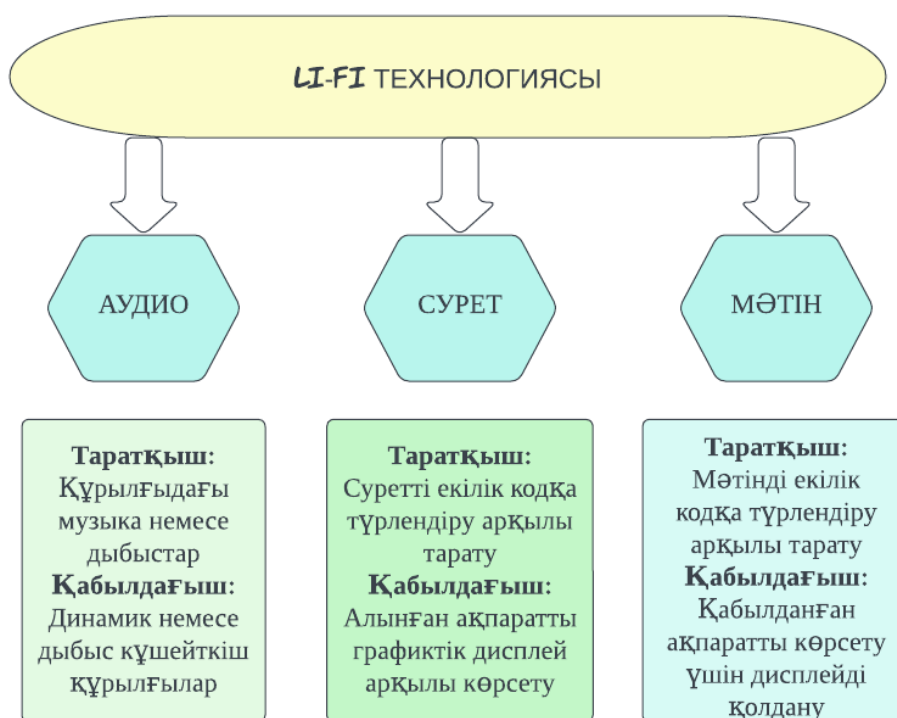
Мәтінді Li-Fi арқылы жіберудің бір жолы - жарық қарқындылығын модуляциялау әдісін пайдалану. Бұл жағдайда мәтіннің әрбір символы белгілі бір жолмен, мысалы, разрядтық ретпен кодталады, содан кейін осы реттілікке сәйкес жарық сигналының жарықтығын өзгерту арқылы беріледі [13].

Мәтінді Li-Fi арқылы жіберу бірнеше метрге дейінгі қашықтыққа деректерді жіберу үшін жеткілікті қарқынды жарық толқындарын жасау үшін жоғары жарықтылығы бар жарық диодтарын пайдалануды қажет етеді. Сондай-ақ, Li-Fi арқылы деректерді беру үшін жарық толқындары тікелей қабылдағышқа бағытталуы керек екенін ескеру қажет [13].

Li-Fi технологиясы әлі де әзірлеу және тестілеу сатысында және оның мәтіндік деректерді беру үшін практикада қолданылуы әзірше шектеулі болып табылады. Дегенмен, болашақта Li-Fi радиотолқындарды пайдалану қажет емес немесе мүмкін емес жағдайларда, мысалы, Li-Fi неғұрлым тұрақты және жылдамырақ қамтамасыз ете алатын кедергісі жоғары ғимараттарда балама деректерді беру технологиясына айналуы мүмкін [13].

Li-Fi арқылы деректерді беру үшін сіз смартфондар, ноутбуктер, планшеттер және т.б. сияқты жарықдиодты шамдарға қосылу мүмкіндігі бар кез келген құрылғыны пайдалана аласыз. Бұл ақпаратты ішкі құрылғылар арасында, әсіресе ауруханалар мен әуежайлар сияқты радиожиілікті сигналдарды таратуға рұқсат етілмеген жерлерде тасымалдауға мүмкіндік береді [13].

Li-fi технологиясы арқылы аудио, мәтін, видео және сурет сияқты сигнал түрлерін таратуға болады. Жоғарыда айтып өткендей Li-fi технологиясы таратқыш және қабылдағыштан тұрады, ал тартылатын сигналдың әртүрлілігіне байланысты Li-fi технологиясының құрылысында өзгерістер болады, яғни жұмыс істеу принципі дәл солай қалғанымен әртүрлі сигналдарды тарату және қабылдау құрылғылары әртүрлі болады. Мысалы, аудиосигналды тарату үшін біз таратқышқа әртүрлі жиілікті дыбыстар немесе кез-келген құрылғыдан дайын музыка немесе қажетті дауыстарды жіберетін болсақ, қабылдағыштан біз сол аудиосигналдарды қабылдап шығару үшін динамик немесе дыбысты күшейтетін құрылғыларды қолданамыз. Li-fi технологиясы арқылы аудио, мәтін және сурет сияқты сигналдарды таратудың айрмашылықтарын 1.2-суреттен көруге болады [1]:



1.2-сурет – Li-fi технологиясы арқылы сигнал тарату

Осы диаграммадан Li-fi технологиясының функцияларының қаншалықты ауқымды екенін көруге болады, яғни сигналдардың әртүрлілігіне байланысты конструкциясын өзгертсе де, жұмыс істеу принципін өзгертпестен сигналдарды тарату – өте үлкен нәтиже болып табылады [3].



## 1.4 Li-fi технологиясының мүмкіндіктері

Білім жүйесі: Li-fi технологиясы – жоғарғы жылдамдықта сигнала тарата алатын байланыс жүйесі, сондықтан білім саласына қажетті жоғарғы жылдамдықтағы интернетпен қамтамасыз ете алатын Wi-fi-дың таптырмас алмастырушысы болып табылады [9].

Медицина: Медицина саласында радиацияның әсерінен Wi-fi-ды қолдануға рұқсат етілмейді, бірақ интернетсіз кейбір медициналық аппараттарда техникалық ақаулардың әсерінен қате нәтижелер беруі мүмкін. Сондықтан Li-fi технологиясы медицина саласында бұл тұрғыдан өте қажетті құрал болып табылады. Себебі Li-fi технологиясында радиация қаупі жоқ және қолжетімді жарық арқылы жұмыс жасайды [9].

Ұшақтардағы қолжетімді интернет: Ұшақтарда жолаушылар өте қымбат бағаға өте төмен жылдамдықты интернетті қолданады және ол Wi-fi емес, себебі Wi-fi ұшақтың кейбір функцияларының орындалуына кедергі келтіреді, ал Li-fi бұл жағдайда да қолжетімді әрі арзан интернет желісі болып табылады.

Жол қозғалысын бақылау: Жолдағы қозғалысты бақылау барысында бағдарламалық сигналдары мен автомобиль шамдарының арасында Li-fi технологиясын қолдану арқылы кептеліс, жол апаттары, төтенше жағдайлардың алдын алуға болады [9].

Мобильді телефондар, смартфондар, ноутбуктар: Жоғарыда айтып өткендей Li-fi технологиясы жоғарғы жылдамдықты қамтамасыз ететін байланыс жүйесі және жарық кез келген жерде қолжетімді болғандықтан мобильді телефондар мен ноутбуктарға Li-fi технологиясын орнату өте тиімді шешім болып табылады [9].

Су астында қолдану мүмкіндігі: Li-fi технологиясы су астындағы зерттеулерге қажетті таптырмас құрал, себебі Li-fi технологиясы жарық арқылы жұмыс істегендіктен су астында да жұмыс істейді, ал Wi-fi су астында жұмыс істей алмайды [9].

## **2 Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату**

### **2.1 Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жайлы жалпы мәлімет**

Дыбыстық сигнал (аудиосигнал) – аналогтық сигналдар үшін электрлік кернеудің өзгерісін немесе сандық сигналдар үшін екілік кодтардың тізбегі арқылы дыбыстың көрінісі болып табылады. Адамның есту қабілетіне байланысты дыбыстың жиілік диапазоны 20-дан 20 000 Гц аралығында болады. Жалпы аудиосигналдар ақпаратты таратудың өте оңай жолдарының бірі болып табылады, өйткені мәтінге қарағанда тезірек әрі нақты жеткізу болып табылады [8].

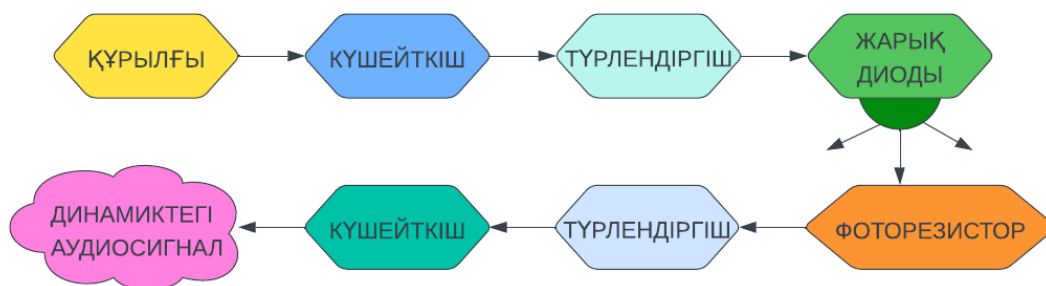
Дыбыстық сигнал - дыбыс шығарылған кезде пайда болатын ауадағы қысымның ауытқуы. Дыбыс толқыны көз арқылы жасалғанда, ол ауа арқылы таралады және механикалық толқындар ретінде таралатын қысымның өзгеруін тудырады. Бұл толқындарды дыбыстық сигнал ретінде жазуға және ойнатуға болады [8].

Дыбыстық сигналдар кабель арқылы немесе сымсыз берілуі мүмкін және музыка, телекоммуникация, дыбыс жазу, хабар тарату, аудиовизуалды медиа және т.б. сияқты әртүрлі салаларда қолданылады [8].

Дыбыстық сигналдың жиілігі герцпен (Гц) және оның амплитудасы децибелмен (дБ) өлшенеді. Жиілік дыбыстың биіктігін, яғни тональдылықты, ал амплитудасы дыбыстың қаттылығын анықтайды [8].

Цифрлық өндеуде дыбыстық сигналдарды компьютерлерде және басқа электрондық құрылғыларда өндеуге және сақтауға болатын сандық деректер ретінде көрсетуге болады. Аудио деректерді сақтау және беру үшін MP3, WAV, FLAC және т.б. сияқты әртүрлі аудио файл пішімдері қолданылады [8].

Осы аудиосигналдарды таратудың бірнеше жолы бар соның ішінде Wi-fi және Li-fi технологиялары да бар. Соның ішінде Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату және оның артықшылықтарына тоқталайық. Жоғарыда айтып өткендей Li-fi технологиясы арқылы сигналдарды тарату жылдам әрі тиімді болып табылады. Себебі Li-fi технологиясы жылдамдық, сапа, қолжетімділік және қауіпсіздік жағынан да тиімді болып табылады. Аудиосигнал таратушы Li-fi технологиясын қарапайым әрі қолжетімді құрылғылардан жасауға болады, соның өзінде аудиосигналдардың сапасы мен жылдамдығы Wi-fi технологиясымен таратылған сигналдан асып түспесе қалыспайды. Қарапайым әрі қолжетімді құрылғылар дегеніміз: жарық диоды, фоторезистор, аудиокүшейткіштер немесе Arduino UNO сияқты мультиконтроллер болса болғаны. Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жүйесі жақсырақ түсінікті болу үшін келесі 2.1 суретке назар аударсақ [4]:



2.1-сурет – Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жүйесі

Li-fi технологиясы арқылы дыбыстық сигналдарды беру белгілі бір жабдықты, соның ішінде жарықтың көмегімен деректерді жібере алатын және қабылдай алатын жарық диодтары мен қабылдағыштарды пайдалануды талап етеді.

## 2.2 Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды таратудың жұмыс істеу принципі

Алдымен берілетін дыбыстық сигналды дайындап, оны сандық форматқа түрлендіру керек. Содан кейін сәйкес бағдарламалық құралды пайдалана отырып, амплитудалық модуляция (АМ) немесе жиілік модуляциясы (Жиілік модуляциясы - FM) сияқты әдістер арқылы жарық шығысын модуляциялауға болады, осылайша деректерді жарық диодтары арқылы жіберуге болады.

Содан кейін сигнал жарық сәулелерінің белгілі бір арнасы арқылы қабылдағышқа жіберіледі, онда жарық анықталып, сандық дыбыстық сигналға қайта кодталады. Қабылдағыш жарықты электрлік сигналға түрлендіретін фотодиодтармен жабдықталуы мүмкін.

Li-fi технологиясының жұмыс істеу принципі мүлдем өзгермейді, яғни кез келген құрылғыдан аудиосигналдарды қабылдап мультиконтроллер арқылы оны түрлендіріп жарық диодтарына жеткізеді, жарық диодтары түрлендірілген сигналдарды фоторезисторға, фоторезистор сигналдарды аудиокүшейткіштерге, күшейткіштер сигналдарды өңдеп, дайын ақпаратқа айналдырып шығысқа яғни динамикке қарай жібереді. Осылайша біз динамик арқылы дайын ақпаратты ала аламыз. Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жүйесі осылайша қарапайым жұмыс жасайды[2].

### 2.3 Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды таратудың артықшылықтары

Дыбыстық сигналдарды Li-Fi технологиясы арқылы беру радиожиилікті сигналдар сияқты дәстүрлі сигнал беру әдістеріне қарағанда бірнеше артықшылықтарға ие:

Тасымалдау жылдамдығы жоғарырақ: Li-Fi аудио сигналдарды өте жоғары жылдамдықпен жіберуге мүмкіндік береді, бұл радиотолқындарға қарағанда әлдеқайда жылдам.

Дыбыс сапасы жоғарырақ: дыбыстық сигналдарды Li-Fi арқылы жіберу жақсы дыбыс сапасын қамтамасыз етеді, себебі жарық толқындарының жиілігі радиотолқындарға қарағанда жоғары.

Сенімділік: Li-Fi жоғары жиілікте жұмыс істейді, бұл сигналдың тұрақты және сенімді берілуіне мүмкіндік береді, әсіресе сигнал тығыздығы жоғары аймақтарда.

Қауіпсіздік: Li-Fi арқылы дыбыстық сигналдарды беру денсаулық тұрғысынан қауіпсіз, өйткені жарық толқындары иондалмайды және адам денсаулығына зиян келтірмейді.

Кедергіге қарсы иммунитет: Li-Fi арқылы жіберілетін сигналдар микротолқындар мен радиотолқындар сияқты басқа электромагниттік көздердің кедергілеріне азырақ сезімтал.

Қолданулардың кең ауқымы: Li-Fi радиожиилік таратуға рұқсат етілмеген жерлерде, мысалы, ауруханалар, әуежайлар және жоғары қауіпсіздікті қажет ететін басқа жерлерде қолданылуы мүмкін.

Қоршаған ортаға зиянсыз: Li-Fi – таза технология, себебі ол радиотолқындарды пайдаланбайды және қоршаған ортаға әсер етпейді.

Дегенмен, li-fi арқылы аудио сигналдарды беруде шағын беру ауқымы және сыртқы жарық көздеріне сезімталдық сияқты бірқатар шектеулер бар, бұл технологияны көптеген жағдайларда дыбысты жіберуге қолайсыз етеді. Аудио таратуға арналған li-fi технологиясының негізгі шектеулерінің бірі оның сыртқы жарыққа өте сезімтал болуы. Таратқыш пен қабылдағыштың арасындағы жолдағы кез келген кедергі, мысалы, бөлмеде немесе жабық пердеден өтіп бара жатқан адам сигналдың үзілуіне және бұрмалануына әкелуі мүмкін. Бұл дыбыс сигналында дірілдерге немесе үзілістерге әкелуі мүмкін, бұл көптеген пайдаланушыларға өте қолайсыз.

Тағы бір шектеу - li-fi технологиясы қазіргі уақытта тарату ауқымы бойынша шектеулі. Ол деректерді жоғары жылдамдықта жібере алатынына қарамастан, сигнал әдетте қысқа қашықтықта ғана берілуі мүмкін, бұл оны ұзақ қашықтыққа дыбыстық сигналдарды жіберуге жарамсыз етеді.

Керісінше, Wi-Fi және Bluetooth сияқты басқа сымсыз технологиялар дыбыстық сигналдарды жіберуге жақсырақ, өйткені олар жолдағы кедергілерге соншалықты сезімтал емес және деректерді ұзақ қашықтыққа жібере алады. Бұл технологиялар кеңірек қол жетімді және көптеген құрылғылармен үйлесімді, бұл олардың қолданысқа пайдалы екендігін көрсетеді.

Li-Fi сигналдық жүйесі әдетте бірнеше компоненттерден тұрады:

**Жарық көзі:** Жарық көзі сигналды жіберу үшін пайдаланылады. Бұл жарық диодты жарықтандыру, арнайы шам немесе жоғары жиілікте жарықтың қарқындылығын өзгерте алатын басқа құрылғы болуы мүмкін.

**Модулятор:** модулятор сигналды жарықтың тасымалдаушы толқынына модуляциялау үшін қолданылады. Модулятор аналогтық немесе сандық болуы мүмкін және дыбысты, бейнені немесе басқа деректерді беру үшін пайдаланылуы мүмкін.

**Фотодетектор:** Жарық сигналын қайтадан электрлік сигналға түрлендіру үшін фотодетектор қолданылады. Фотодетектор фотодиод, фототранзистор немесе жарықты электрлік сигналға түрлендіретін басқа құрылғы болуы мүмкін.

**Сигнал өңдегіші:** сигнал өңдегіші қабылданған сигналды өңдеу және жіберілген мәліметтерді декодтау үшін қолданылады. Сигнал өңдеушісі деректерді өңдеуге арналған бағдарламалық және аппараттық құралдарды қамтуы мүмкін.

**Байланыс арнасы:** Байланыс арнасы жіберуші және қабылдаушы құрылғылар арасындағы байланыс үшін қолданылады. Байланыс арнасы оптикалық кабель немесе сымсыз байланыс арнасы болуы мүмкін.

**Қабылдау құрылғысы:** Қабылдаушы құрылғы жіберілген деректерді қабылдау және декодтау үшін қолданылады. Қабылдаушы құрылғы мобильді құрылғы, компьютер, теледидар немесе деректерді қабылдай алатын және өңдей алатын басқа құрылғы болуы мүмкін.

Бұл компоненттердің барлығы Li-Fi технологиясы арқылы деректерді беруді қамтамасыз ету үшін бірге жұмыс істейді. Дегенмен, жүйенің құрылымы Li-Fi технологиясының нақты іске асырылуына және жіберілетін деректер түріне байланысты өзгеруі мүмкін.

Li-Fi технологиясы арқылы сигнал беру жүйесі бірнеше артықшылықтарға ие:

**Деректерді тасымалдаудың жоғары жылдамдығы:** Li-Fi технологиясы деректерді секундына бірнеше гигабитке дейін жылдамдықпен тасымалдай алады, бұл Wi-Fi сияқты дәстүрлі сымсыз технологияларға қарағанда айтарлықтай жылдам.

**Қауіпсіздік:** Li-Fi деректерді беру үшін жарық толқындарын пайдаланатындықтан, ол қабырғалардан өтпейді, бұл оны тыңдауға және бұзуға болатын сымсыз технологияға қарағанда қауіпсіз етеді.

**Кедергісіз:** Li-Fi микротолқынды пештер немесе сымсыз телефондар сияқты басқа сымсыз құрылғыларға кедергі келтіретін электромагниттік кедергі жасамайды.

**Төмен кідіріс:** Li-Fi тасымалдау кідірісі сымсыз технологияға қарағанда әлдеқайда аз, бұл оны онлайн ойындар немесе телемедицина сияқты жоғары жылдамдықты қолданбалар үшін қолайлы етеді.

**Денсаулық қауіпсіздігі:** Li-Fi радиотолқындарды пайдаланбайды, бұл адамдардың денсаулығына кері әсер етеді.

### **3 Дайын модель «Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жүйесі»**

Li-Fi аудио тарату жүйесі бірнеше құрамдас бөліктерден тұрады, соның ішінде дыбыстық сигнал көзі, модулятор, жарықдиодты шам, фотодиодты қабылдағыш және декодер.

Дыбыс көзі ұялы телефон, компьютер, аудио ойнатқыш немесе теледидар сияқты дыбыс сигналдарын шығаруға қабілетті кез келген құрылғы болуы мүмкін. Содан кейін сигналдар аналогтық дыбыстық сигналды жарық толқындары арқылы беруге дайын сандық форматқа түрлендіретін модуляторға жіберіледі.

Әрі қарай, цифрлық сигнал деректерді жарық толқындары түрінде жібере отырып, тиісті түрде жанып тұрған жарықдиодты шам арқылы беріледі. Қабылдағышқа орнатылған фотодиодты қабылдағыш жарық толқындарын қабылдайды және оларды қайтадан сандық форматқа түрлендіреді. Декодер одан әрі цифрлық сигналды декодтап, дыбыстық сигналды қайта құрастырады.

Li-Fi аудио тарату жүйесінің жоғары деректер жылдамдығы, кең жиілік диапазоны және басқа сымсыз технологиялар тиімсіз болуы мүмкін үй ішінде пайдалану мүмкіндігі сияқты бірнеше артықшылықтары бар. Дегенмен, кез келген басқа деректерді беру технологиясы сияқты, Li-Fi ұзақ қашықтықта немесе қалың қабырғалар арқылы дыбыс сапасында шектеулерге ие болуы мүмкін.

Li-Fi арқылы дыбыстық сигнал беру жүйесі әдетте дыбыстық сигнал көзінен, модулятордан, жарық диодыдан, оптикалық қабылдағыштан, детектордан және дыбыс күшейткішінен тұрады.

Дыбыстық сигналдың берілуі ұялы телефон, компьютер, ойнатқыш немесе микрофон сияқты дыбыстық толқын тудыратын кез келген құрылғы болуы мүмкін дыбыстық сигнал көзінен басталады.

Әрі қарай дыбыстық сигнал модуляцияланады, яғни арнайы модулятордың көмегімен көрінетін жарық сигналына түрлендіріледі. Модулятор сигналды жарық диодты шамның жарықтығын басқаратын электрлік импульстарға түрлендіреді, дыбыс сигналына сәйкес келетін жарық сигналын жасайды.

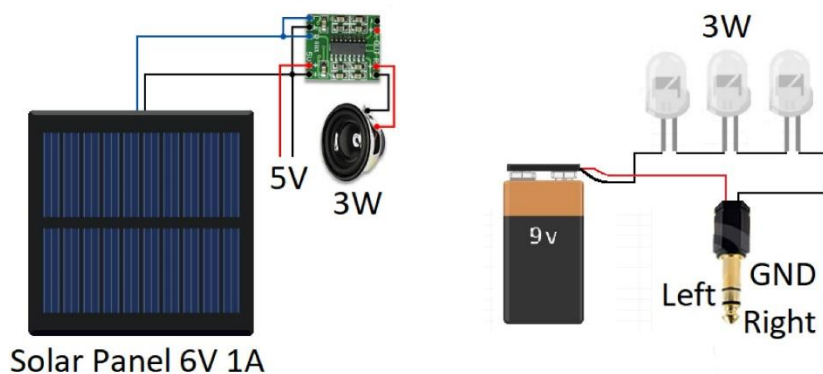
Жарық диодты жарық сигналын шығарады, ол кеңістік арқылы оптикалық қабылдағышқа жіберіледі. Оптикалық қабылдағыш жарық сигналын қайтадан электрлік сигналға түрлендіреді, содан кейін ол динамиктерде немесе құлақаспаптарда дыбыс сигналын жаңғырту үшін детектор мен дыбыс күшейткіш арқылы өтеді.

Li-Fi арқылы дыбыстық сигналдарды беру жүйесінің маңызды элементі оптикалық қабылдағышты таңдау болып табылады. Ол кеңістік арқылы өтетін әлсіз жарық сигналдарын қабылдау үшін жеткілікті сезімтал болуы керек. Сонымен қатар, оптикалық қабылдағыш дыбыс сигналын модуляциялау үшін пайдаланылатын жиіліктердегі жарық сигналдарын анықтай алуы керек.

Осылайша, Li-Fi аудио тарату жүйесі өте қарапайым болуы мүмкін және бірнеше компоненттерден тұруы мүмкін, бірақ дыбыстық сигналды берудің

жақсы сапасына қол жеткізу үшін дұрыс компоненттерді таңдау және жүйені дұрыс конфигурациялау қажет

Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды таратудың моделі жоғарыда көрсетілген диаграмма принципі бойынша құрастырылды, яғни жұмыс істеу принципі де дәл сондай болып келеді. Модельдің 3D-моделін 3.1 суреттен көруге болады:



3.1-сурет – Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жүйесінің 3D моделі

3.1 суреттен Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жүйесінің 3D моделін көруге болады, яғни жалпы құрылысын, қандай құрылғылар қолданылғанын және олар өзара қалай байланысатынын осы суреттен көре аламыз.

### 3.1 Дайын модельдің құрылысы

3.1 суреттегі модельдің жалпы құрылысына, яғни қолданылған құрылғыларға жеке-жеке тоқталып өтейік. Жоғарыда айтып өткендей Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жүйесі екі бөліктен: таратқыш және қабылдағыштан тұрады және таратқышта жеке өзіне тән құрылғылар, ал қабылдағышта жеке құрылғылар қолданылады.

Аудиосигналды беретін кез-келген гаджет компьютер немесе телефон – аудиосигналдарды таратқыш құрал

Emitter жарық диодтары  $1\text{Вт} \times 3 = 3\text{Вт}$  – берілген аудиосигналдарды жарыққа түрлендіргіш 3Вт қуат тұтынатын диод түрлері.



3.2-сурет – Emitter жарық диоды



Emitter типіндегі мөлдір линзасы бар ақ жарық беретін өте қуатты жарық диодының түрі. Emitter жарық диоды 1Вт қуат тұтынады және электр сигналдарын жарыққа түрлендіргіш құрылғы болып табылады.

Кернеу көзі 9В – 9В кернеу көзін беретін батарея.



3.3-сурет – Крона батареясы

Крона батареясы – 9В кернеу көзін бере алатын батарея түрі. Крона батареясы 9В кернеу көзін тұтынатын құрылғыларда, көбінесе радиоқабылдағыш, мультиметрларда және медицина құрылғыларында қолданылатын батарея түрі болып табылады.

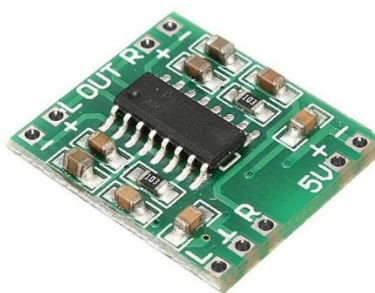
Күн панелі 6В, 1А – таратқыштан алынған жарық энергиясын электрлік сигналдарға түрлендіретін 6В кернеу көзін және 1А тоқ күшін тұтынатын панель.



3.4-сурет – Күн панелі

Күн панелі – жарық энергиясын өзіне қабылдап, бізге қажетті аудиосигналдарға түрлендіруші құрылғы болып табылады. Бұл модельде 6В кернеуді және 1А тоқ күшін тұтынатын күн панелінің түрі қолданылды. Бұл панель күн энергиясын да, жарық диодтарынан алынатын жарықты да түрлендіру қабілеті бар түрлендіргіш түрі болып табылады.

РАМ8303 күшейткіші 5В – аудиосигналдарды күшейтуге немесе қажет болса бәсеңдетуге арналған 5В кернеу көзін тұтынушы күшейткіш түрі.



3.5-сурет – РАМ8403 күшейткіші

Күшейткіш – қажет параметрді немесе сигналды күшейтуге немесе бәсеңдетуге арналған құрылғы болып табылады. Бұл модельде РАМ8403 күшейткіші қолданылды, себебі РАМ8403 күшейткіші әдетте аудиосигналдарды күшейтуге немес бәсеңдетуге қолданылады. Бұл күшейткіш түрі өте қуатты сигналдардың әсерінен динамиктың зақымдануынан сақтайды.

Динамик 3Вт – алынған аудиосигналдарды электрлік сигналдарға түрлендіруші құрылғы.



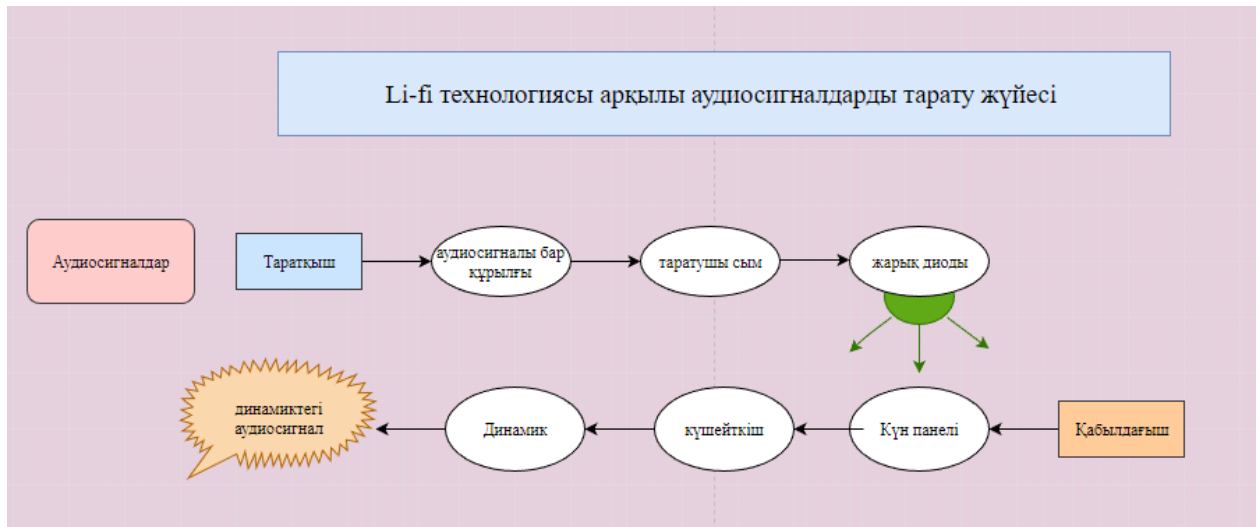
3.6-сурет – Динамик

Бұл модельде күн панелінен алынған аудиосигналдарды электрлік сигналдарға түрленіріп, өзіміз таратқыш арқылы берген музыканы ести алатындай қалыпқа келтіру үшін динамикты қолданамыз. Қолданылған динамик түрі 3Вт қуат тұтынады және өте ыңғайлы формада болып келеді.

### 3.2 Дайын модельдің жұмыс істеу принципі

Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жүйесінің моделінің жұмыс істеу принципі өте қарапайым әрі ыңғайлы болып келеді. Зерттеу жұмысында құрастырылған модель жоғарыда тоқталып өткен барлық

Ұұрылғыларды өзара байланыстырып, қабылдағыш пен таратқыштың қызметтерін көрсетеді және әрбір қолданылған құрылғының өзінің жеке қызметі бар екенін дәлелдейді. Жалпы модельдің жұмыс істеу принципін 3.7-суреттен көруге болады:



3.7-сурет – Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жүйесінің моделінің жұмыс істеу принципі

Аудиосигналдары бар гаджеттен аудиосигналдар жерлендіргіші бар таратушы сым арқылы жарық диодтарына беріледі, светодиодтар алынған сигналдарды қорек көзінен кернеу алып қабылдағышқа жарық арқылы береді. Қабылдағыштағы күн панелі жарық арқылы берілген сигналдарды қабылдап күшейткішке, күшейткіш динамикке береді. Осылайша біз дайын ақпаратты динамик арқылы ести аламыз.

Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жүйесінің моделінің жұмыс істеу принципін келесі ссылаққа өту арқылы видеодан көрулеріңізге болады: <https://youtu.be/0Ruve4n0IfQ>

### 3.3 Дайын модель бойынша есептеулер

Күн панелінің тоғы:

$$P = IU = 6 \text{ Вт} \Rightarrow 6 \text{ Вт} / 6 \text{ В} = 1 \text{ А (немесе 1000 мА)}$$

Динамиктің қуатын және әрқайсысы 3 Вт жарықдиодты және  $P = IU$  формуласын қолдануды ескере отырып, мұндағы  $P$ -қуат,  $I$ -ток,  $U$ -кернеу, әр құрылғы үшін токты есептеуге болады:

Динамик тоғы:

$$P = IU = 3 \text{ Вт} \Rightarrow I = 3 \text{ Вт} / 9 \text{ В} \approx 0,33 \text{ А немесе 330 мА)}$$

Светодиод тоғы:

$$P = IU = 3 \text{ Вт} \Rightarrow I = 3 \text{ Вт} / 9 \text{ В} \approx 0,33 \text{ А (немесе 330 мА)}$$

Жұмыс істеу уақыты

$$t = 1000 \text{ мА} \cdot \text{с} / 660 \text{ мА} = 1,5 \text{ сағат}$$

Li-Fi деректер жүйесіндегі өткізу қабілеттілігін (деректер жылдамдығын) есептеу формуласы сигналды Жарық импульстарымен модуляциялауға негізделген және оны келесідей көрсетуге болады:

Өткізу қабілеті (деректер жылдамдығы) = Модуляция x жолақ ені x пайдалану коэффициенті

Модуляция: амплитудалық модуляция (AM), жиілік модуляциясы (FM), фазалық модуляция (PM) және т. б. сияқты Li-Fi жүйесінде қолданылатын модуляция түрін көрсетеді.

Жолақ ені: деректерді беру үшін қол жетімді жиілік диапазонын анықтайды. Жолақтың ені қолданылатын жарық көздері мен детекторлардың қасиеттеріне байланысты.

Пайдалану коэффициенті: деректерді беру үшін қол жетімді жиілік диапазонын пайдалану тиімділігін көрсетеді.

Бұл жалпы формула және нақты мәндер Li-Fi жүйесінің нақты іске асырылуына және қолданылатын технологияларға байланысты болады.

Li-Fi салыстырмалы түрде жаңа технология екенін және оның дамуы әлі де жалғасып жатқанын ескеру маңызды. Формула мен параметрлер технологияның дамуымен және жаңа стандарттар мен ұсыныстардың пайда болуымен өзгеруі мүмкін.

Li-Fi музыкалық тарату жүйесіндегі аудио сигналды беру формуласы келесідей ұсынылуы мүмкін:

Өткізу қабілеті (аудио сигнал беру жылдамдығы) = бит жылдамдығы x кодтау коэффициенті

Бит жылдамдығы: уақыт бірлігінде берілетін ақпарат биттерінің санын анықтайды. Бит жылдамдығы стерео немесе моно сияқты қажетті аудио сапасына, аудио ажыратымдылығына (мысалы, 8-бит, 16-бит, 24-бит және т.б.) және үлгі жиілігіне байланысты.

Кодтау коэффициенті: аудио сигналды кодтау үшін қол жетімді өткізу қабілеттілігін пайдалану тиімділігін көрсетеді. Бұл таңдалған Модуляцияға және дыбысты Жарық импульстары ретінде көрсету үшін пайдалануға болатын кодтау схемасына байланысты.

Музыканы Li-Fi арқылы тасымалдаудың нақты мәндері мен формулалары қолданылатын стандарттарға, кодтау және модуляция алгоритмдеріне, сондай-ақ жарық көздері мен детекторлардың сипаттамаларын қоса, белгілі бір Li-Fi жүйесінің ерекшеліктеріне байланысты өзгеруі мүмкін.

Музыканы Li-Fi арқылы беру тек аудио сигналды беруді ғана емес, оны модуляциялауды, кодтауды, декодтауды және ойнатуды да қамтитынын ескеру маңызды. Бұл дыбыс сапасын қамтамасыз ету және кідірістерді азайту үшін кешенді алгоритмдер мен технологияларды қажет ететін күрделі процесс.

Li-Fi арқылы MP3 аудио сигналын беру үшін MP3 биттік жылдамдығы мен қысу коэффициентін ескеретін формуланы қолдануға болады:

Өткізу қабілеті (аудио сигнал беру жылдамдығы) = бит жылдамдығы (секундына биттермен) x MP3 қысу коэффициенті

Бит жылдамдығы: уақыт бірлігінде берілетін ақпарат биттерінің санын анықтайды. MP3 файлдары үшін бит жылдамдығы таңдалған дыбыс сапасына байланысты өзгеруі мүмкін (мысалы, 128 kbps, 256 kbps және т.б.).

MP3 қысу коэффициенті: MP3 форматындағы аудио деректердің қысылу коэффициентін көрсетеді. MP3 дыбыс сапасын айтарлықтай жоғалтпай файл өлшемін азайтуға мүмкіндік беретін қысу алгоритмін пайдаланады. Сығымдау коэффициенті әдетте пайызбен көрсетіледі және таңдалған сығымдау сапасының деңгейіне байланысты (мысалы, 50%, 75%, 90% және т.б.).

Бит жылдамдығы мен MP3 қысу коэффициентінің нақты мәндері таңдалған дыбыс сапасының деңгейіне және ойнату қалауына байланысты болады.

Li-Fi арқылы аудио сигнал беру дыбысты Жарық импульстары ретінде көрсету үшін арнайы кодтау мен модуляцияны қолдануды қажет ететінін ескеру маңызды. Бұл қосымша қадамдар дыбыс сапасын және сенімді деректерді беруді қамтамасыз ету үшін белгілі бір Li-Fi музыкалық тасымалдау жүйесін әзірлеу кезінде ескерілуі керек

### 3.4 Дайын модельдің артықшылықтары

- 1 Қолжетімділік: қолданылған барлық құрылғылар қолжетімді, яғни таптырмас материалдар жоқ
- 2 Тиімділік: қолданылған құрылғылардың бағалары да өте тиімді
- 3 Сапа: қолданылған құрылғылар өте төзімді, сондықтан берілетін сигналдың сапасы да жоғары болады.
- 4 Жылдамдық: тарату уақыты Wi-fi-дан қарағанда әлдеқайда жылдам
- 5 Қарапайымдылық: бұл модельді кез келген адам жасауына болады, жоғарғы білімнің қажеті жоқ

Деректерді беру үшін жарық толқындарын пайдаланатын Li-Fi жүйесі дыбысты жіберу үшін бірқатар артықшылықтарды қамтамасыз ете алады:

Деректердің жоғары жылдамдығы: Li-Fi деректерді өте жоғары жылдамдықпен (бірнеше Гбит/с дейін) тасымалдай алады, бұл оны әсіресе жоғары ажыратымдылықтағы дыбыс үшін пайдалы болып табылады.

Сенімділік: Li-Fi деректерін жіберу электромагниттік кедергілердің болмауына және бір жиіліктегі басқа сигналдармен кедергілерді болдырмау мүмкіндігіне байланысты Wi-Fi-ға қарағанда сенімдірек екені дәлелденді.

Тасымалдау қауіпсіздігі: Жарық толқындары қабырғаларды және басқа кедергілерді өте алмайтындықтан, Li-Fi арқылы деректерді ұстап алу өте қиын болады, бұл сезімтал дыбыс сигналдарын жіберу үшін қауіпсіз болып табылады.

Экология: Li-Fi жарық толқындарын пайдаланады, бұл радиотолқындарды пайдаланатын Wi-Fi-ға қарағанда экологиялық таза және адам денсаулығы үшін қауіпсіз етеді.

Төмен кідіріс: Li-Fi жүйесі төмен кідіріс деректерін тасымалдауға қол жеткізеді, бұл құралдар мен микрофондардан шығатын дыбыстар сияқты реактивті дыбыс сигналдары үшін маңызды болуы мүмкін.

Көптеген пайдаланушылар: Li-Fi бір уақытта көптеген пайдаланушыларға қызмет көрсете алады, бұл халық тығыздығы жоғары жерлерде, мысалы, концерт залдарында, әуежайларда, тұрғын үй кешендерінде және т.б. пайдалану үшін өте қолайлы.

Кедергі: Li-Fi жүйесі микротолқынды пештер, радио және теледидар таратқыштары сияқты басқа электрондық құрылғыларға кедергі жасамайды, бұл ішкі дыбысты жақсы тарату үшін маңызды болуы мүмкін.

Жалпы, дыбысты жіберу үшін Li-Fi жүйесін пайдалану белгілі бір салада маңызды болуы мүмкін көбірек артықшылықтарға ие.

## **4 Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды таратудың қолданылу аясы және болашағы**

Li-Fi технологиясы деректерді беру жылдамдығын, тиімділігін және төмен қуат тұтынуын жақсарту үшін әзірленуде. Сондықтан қазіргі уақытта Li-fi технологиясының артықшылықтары көп болғандықтан көптеген байланысты қажет ететін кәсіптер, технологиялар және көптеген компаниялар да Li-fi технологиясына көшуде. Соның бірі смартфон технологиясымен айналысатын Guangdong Oppo Mobile Telecommunications компаниясы 2020 жылы Li-fi технологиясы арқылы сигнал таратып қабылдай алатын, яғни камералық блокта және артқы қақпаққа фотодетекторалары орнатылған *Oppo* смартфонының түрін ойлап тауып оны патенттеген. Li-fi технологиясының болашағы өте зор екенін осыдан байқауға болады [5].

### **4.1 Li-fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесінің қолданылу аясы**

Li-Fi дыбыс сигналын беру жүйесі деректерді беру жылдамдығы, сенімділігі және қауіпсіздігі маңызды болып табылатын әртүрлі салаларда қолданылуы мүмкін.

Мысалы, аудио индустрияда музыка мен дыбысты жоғары сапада беру үшін Li-Fi жүйесін пайдалануға болады, бұл әсіресе студиялық жазба және музыкалық аспапты өндіру үшін маңызды болып табылады.

Сондай-ақ, Li-Fi жүйесін пациенттерді бақылау және операциялар үшін нақты уақыт режимінде жоғары жылдамдықты деректерді беру қажет медициналық мекемелерде пайдалануға болады. Li-Fi жүйесін ғимараттарды басқару жүйелерінде және ақылды қалаларда деректерді беру үшін де пайдалануға болады.

Сонымен қатар, Li-Fi жүйесін радиожилікті тарату құралын пайдалануға рұқсат етілмеген жерлерде, мысалы, жарылыс қаупі бар жерлерде немесе ұшақ бортында қолдануға болады.

Осылайша, Li-Fi дыбыстық сигналдарды беру жүйесі әртүрлі салаларда қолданылуы мүмкін және болашақта даму үшін көптеген мүмкіндіктерге ие.

Li-Fi технологиясы болашақта көптеген қосымшаларға ие болуы мүмкін сымсыз байланысты дамытудың перспективалық бағыты болып табылады. Li-Fi үшін ықтимал пайдаланулардың кейбірі мыналарды қамтуы мүмкін:

Жылдам деректерді тасымалдау: Li-Fi Wi-Fi және қазіргі уақытта қолданылып жүрген басқа технологияларға қарағанда әлдеқайда жылдам деректерді беру жылдамдығын қамтамасыз ете алады. Бұл әсіресе медицина, қаржы және ғылым сияқты салаларда маңыздырақ болатын жылдам әрі тиімді байланыс желілерін құруға мүмкіндік береді.

Жарықтандыруды басқару: Li-Fi ғимараттар мен кеңістіктердегі жарықтандыруды басқару үшін пайдаланылуы мүмкін. Жарық диодтарымен



жабдықталған жарықтандыру жүйелері деректерді беру және сенсорлар мен контроллерлер сияқты басқа құрылғылармен байланысу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Қауіпсіздік: Li-Fi технологиясында қолданылатын жарық сәулесі қабырғалардан өтпейді, бұл технологияны Wi-Fi және басқа да бұзылып, ұстап қалуға болатын деректерді беру технологияларына қарағанда қауіпсіз етеді.

Интернет заттары: Li-Fi желісін Интернет желісінде деректерді беру үшін пайдалануға болады, бұл смарт үй немесе смарт қала сияқты ақылды және автоматтандырылған жүйелерді құруға мүмкіндік береді.

Автономды көліктер: Li-Fi автономды көліктер арасында деректерді тасымалдау үшін пайдаланылуы мүмкін, бұл оларға жол қозғалысы және басқа факторлар туралы ақпаратты бөлісуге мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде жол қауіпсіздігін арттырады.

## **4.2 Li-fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесінің болашағы**

Li-Fi технологиясы әлі қалыптасу кезеңінде болса да, оның әлеуеті зор және болашақ сымсыз байланыс желілерінің маңызды элементі бола алады.

Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналды тарату – аудиосигналды ешқандай өзгеріссіз жоғары сапада және жылдам таратудың жолы. Сондықтан Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату уақытты үнемдейді және сапалы ақпарат алуға мүмкіндік береді. Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату саласын үнемі байланысты талап ететін кәсіп салаларына қолданысқа енгізу керек, мысалы: медицина, білім саласы, күндегі қолданыстағы смартфондар, қорғаныс салалары, қауіпсіздік қамтамасыз ететін салалар да қолданысқа енгізсе, қазіргі заманға қажетті өте тиімді, қолжетімді және қауіпсіз байланыс жүйесін қолданар едік. Себебі Li-fi технологиясы, яғни жарық ауылды мекендерде де қолжетімді және жарық қабырға арқылы өтпейтіндіктен қауіпсіз әрі жылдамдық пен сапа жағынан да өте тиімді байланыс жүйесі болып табылады.

Болашақта Li-Fi технологиясы аудио сигналдарды әртүрлі жағдайларда тарату үшін қолданылуы мүмкін, соның ішінде:

Аудио жүйелер: Li-Fi үйлерде, кеңселерде, мейрамханаларда және басқа жерлерде сымсыз аудио жүйелерді жасау үшін пайдаланылуы мүмкін. Бұл басқа құрылғылардың кедергілерін бұзбай, дыбыстық сигналдарды жоғары жылдамдықпен және дыбыс сапасында беруге мүмкіндік береді.

Медициналық құрылғылар: Li-Fi есту аппараттары және басқа есту аппараттары сияқты медициналық құрылғыларда дыбыс сигналдарын жіберу үшін пайдаланылуы мүмкін. Бұл жоғары сапалы дыбысты және дыбыс сигналдарының дәлірек берілуін қамтамасыз етеді.

Білім беру: Li-Fi-ды аудиториялар мен дәрісханаларда дыбыстық сигналдарды жіберу үшін пайдалануға болады, бұл дыбыс сапасын жақсартады және оқуға ыңғайлы орта жасайды.

Ойын-сауық: Li-Fi-ды кинотеатрларда, театрларда және басқа ойын-сауық орындарында дыбыстық сигналдарды жіберу үшін пайдалануға болады, бұл жоғары сапалы дыбыс пен әсерлі дыбыс әсерлерін береді.

Өнеркәсіп: Li-Fi жұмысшыларды проблемалар мен төтенше жағдайлар туралы дер кезінде ескертетін өндірістік желілер сияқты өнеркәсіптік орталарда дыбыстық сигналдарды беру үшін пайдаланылуы мүмкін.

Li-Fi технологиясы арқылы дыбыстық сигнал беру жүйесінің болашағы өте перспективалы болып көрінеді. Li-Fi жүйесі қазірдің өзінде бүкіл әлем бойынша инвесторлар мен ғылыми қауымдастықтардың айтарлықтай қызығушылығын тудырып отыр және оның дамуы жалғасуда.

Аудио тарату саласында Li-Fi технологиясын қолданудың көптеген мүмкіндіктері бар. Мысалы, оны сымсыз дыбысты жіберу технологиясына қолдануға болады, ол дыбыс сапасын жақсартады және кідірісті азайтады.

Сондай-ақ, Li-Fi технологиясын автомобиль өнеркәсібінде қолдануға болады, онда оны автомобильдегі басқа жүйелерге кедергі келтірмейтін дыбыстық сигналдарды беру үшін пайдалануға болады.

Сонымен қатар, Li-Fi технологиясын медициналық өнеркәсіпте дыбыстық сигналдарды беру үшін қолдануға болады, бұл медициналық деректерді берудің дәлдігі мен жылдамдығын жақсарта алады.

Жалпы алғанда, Li-Fi технологиясы келешекте болашағы зор және сұранысқа ие болып көрінеді, әсіресе сымсыз технологияларды пайдаланатын құрылғылар санының артуы және нақты уақыт режимінде деректерді беру жылдамдығын арттыру қажеттілігі жағдайында.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл зерттеу жұмысында Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жүйесі жасалды және оның артықшылықтары зерттелді. Зерттеу жұмысына Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жүйесін жасай отырып, оның мүмкіндіктерін анықтау атты мақсат қойылды. Мақсатқа жету барысында келесі міндеттер орындалды:

1. Li-fi технологиясы арқылы деректерді тарату жайлы мәліметтер жинау;
2. Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату;
3. Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жүйесін жасау.

Зерттеу нәтижесі бойынша Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жүйесінің көптеген артықшылықтары анықталды, соның ішінде жылдамдық, сапа, қолжетімділік және қауіпсіздік жағынан өте тиімді байланыс жүйесі екендігі анықталды. Зерттеу нәтижесінде Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жүйесі берілген музыканы жоғары сапада ешқандай өзгеріссіз динамиктен естуге мүмкіндік береді, бірақ егер музыка видео арқылы қосылса оның тек дауысы естіледі ал видеоны көре алмаймыз, сондықтан осы мүмкіндікті жүзеге асыру үшін, яғни тек дауысты емес визуалды түрде видеоны да көруге болатын жүйені өңдеуге болашақта жұмыстар жүргізетін боламын. Li-fi технологиясы арқылы аудиосигналдарды тарату жүйесінің құрылысы да өте қарапайым болғанымен мүмкіндіктері өте көп байланыс жүйесі болып табылады, сондықтан қазіргі таңда өте үлкен компаниялар Li-fi технологиясына көшуде, осының барлығы Li-fi технологиясының болашағы жарқын екенін және оны қолданысқа енгізсек өте тиімді байланыс жүйесі екендігі дәлелденді.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. International Journal of Pure and Applied Mathematics Volume 117 No. 17 2017, 179-186 ISSN: 1311-8080 (printed version); ISSN: 1314-3395 (on-line version)
2. Luis Bica Oliveira, Nuno Paulino, João P.Oliveira, Rui Santos, Nuno Pereira and João Goes, 2016 “Undergraduate Electronics Projects Based on the Design of an Optical Wireless Audio Transmission System”, IEEE, 0018- 9359 ©
3. Priyanka M, Anisha S and Sakthi Prabha R. 2016 “ VLSI Design For A Pso-Optimized RealTime Fault-Tolerant task allocation algorithm in Wireless Sensor Network,” ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences Vol. 11, no. 13, July 2016 ISSN 1819-6608
4. Transmission of data, audio and text signal using Li-fi technology To cite this article: G Madhuri et al 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 872 012010
5. Transmission of data, audio and text signal using Li-fi technology G Madhuri, K Anjali and R Sakthi Prabha Department of Electronics and Communication Engineering, Sathyabama Institute of Science & Technology, Chennai, India.
6. R.Sakthi Prabha, 2019 “Channel aware reputation system with adaptive detection using AODV protocol during forward attack in wireless sensor network”, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 561 (2019) 012121 DOI:10.1088/1757- 899X/561/1/012121
7. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) e-ISSN: 2395-0056 Volume: 05 Issue: 04 | Apr-2018 www.irjet.net p-ISSN: 2395-0072 © 2018, IRJET | Impact Factor value: 6.171 | ISO 9001:2008 Certified Journal | Page 413 Audio Transmission Using Li-Fi Technology M. Sharmila<sup>1</sup>, M. Shrin Shifana<sup>2</sup>, V. Theebica<sup>3</sup>, V. Sangeethapriya<sup>4</sup>, Mrs. M. Prathibha<sup>5</sup>
8. OPPO запатентовала смартфон с технологией Li-Fi которая в 100 раз быстрее Wi-Fi 15?016 12 августа. Автор: Павел Михайлов Источник LetsGoDigital
9. International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology Vol. 8, Issue 7, July 2021 DOI: 10.17148/IARJSET.2021.8754 ©IARJSET This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License 267 Text Transmission using Li-Fi Sudharshan B 1 , Jhanavi A P2 , Jhanavi V3
10. Li-Fi Technology: Data Transmission through Visible Light July 2015 International Journal of Advance Research in Computer Science and Management 3(6):1-10 Authors: Anurag Sarkar, Northeastern University Shalabh Agarwal, St. Xavier's College, Kolkata Asoke Nath, St. Xavier's College, Kolkata
11. [https://en.wikipedia.org/wiki/Audio\\_signal](https://en.wikipedia.org/wiki/Audio_signal)
12. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) ISSN: 2278-0181 Published by, www.ijert.org VIMPACT - 2017 Conference Proceedings Volume 5, Issue 23 S A Review Paper on Li-Fi Technology

13. Nischay Department of Electronics & Communication Vivekananda Institute of Technology, Jaipur Jaipur, India

14. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCET) Volume 9, Issue 7, July 2018, pp. 853–859, Article ID: IJCET\_09\_07\_088 Available online at <http://iaeme.com/Home/issue/IJCET?Volume=9&Issue=7> ISSN Print: 0976-6308 and ISSN Online: 0976-6316 © IAEME Publication Scopus Indexed AUDIO TRANSMISSION THROUGH LI-FI TECHNOLOGY Ahmed Aizaldeen Abdullah and Mustafa Qays Hatem Department of Electrical Technical, Technical Institute of Baquba, Middle Technical University, Dyala, Iraq

15. IARJSET International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology Vol. 8, Issue 7, July 2021 DOI: 10.17148/IARJSET.2021.8754 ©IARJSET This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License 267 Text Transmission using Li-Fi Sudharshan B 1 , Jahnavi A P2 , Jhanavi V3 Assistant Professor, Department of ECE, K.S Institute of Technology, Bangalore, India1 Third Year B.E, Department of ECE, K.S Institute of Technology, Bangalore, India2,3

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Қ.И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ  
УНИВЕРСИТЕТІ» КОМЕРЦИЯЛЫҚ ЕМЕС АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

**СЫН-ПІКІР**

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Амандықова Диана Ермакқызы

6B07104 – «Electronics and Electrical Engineering»

**Тақырыбы:** «Li-Fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесін әзірлеу»

Орындалды:

- а) графикалық 5 бет  
б) түсініктеме 36 бет

**ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ**

Бұл дипломдық жұмыстың тақырыбы «Li-Fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесін әзірлеу». Бұл дипломдық жұмыста Li-Fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесі практикалық түрде жоба ретінде құрастырылды.

Дипломдық жұмыс құрылымы кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан және қосымшадан тұрады. Кіріспеде жобаның мақсаты, өзектілігі мен міндеттері көрсетілген.

Бірінші бөлімде Li-Fi технологиясы жайлы жалпы деректер, жұмыс істеу принципі, мүмкіндіктері жайлы деректер берілді. Li-Fi және Wi-Fi технологияларына өзара салыстырмалы анализ жүргізілді.

Екінші бөлімде Li-Fi технологиясы арқылы аудио деректерді тарату жайлы және оның жұмыс істеу принципі, артықшылықтары және мүмкіндіктері жайлы түсіндірілді.

Үшінші бөлімде Li-Fi технологиясы арқылы аудио деректерді тарату жүйесінің жобасының құрылысы, жұмыс істеу принципі түсіндірілді. Жобаның артықшылықтары мен мүмкіндіктеріне анықтама берілді.

Төртінші бөлімде Li-Fi технологиясы арқылы аудио деректерді тарату жүйесінің қолданылу аясы мен жобаның мүмкіндіктері арқасында оның болашақтағы пайдасы жайлы түсіндірілді.

Бұл жұмысты әзірлеу процесіне қатысты әртүрлі аспектілерді зерттеді, соның ішінде жүйенің құрылысының барынша қарапайым түрін таңдау, сәйкес құралдарды таңдау, жүйені жобалау, іске асыру және тестілеу кезеңдері болды.

**ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ**

Амандықова Диана дипломдық жұмысына «95» деген баға беруге және оның орындаушысына 6B07104 – «Electronics and Electrical Engineering» мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавр» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

**Рецензия беруші**

Ph.D., доцент,  
Ф.Дәукеев атындағы Алматы энергетика  
және байланыс университеті

И.К.Алмуратова

«5» 11 2023

КазҰТЗУ 704-22-Ү Рецензия



**Тақырыбы:** «Li-fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесін әзірлеу»

Амандықова Диана Ермакқызы

6B007104 – Electronics and Electrical Engineering

### **ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ**

Ұсынылған дипломдық жұмыс берілген тапсырмаға сәйкес келеді. Бұл қызметті дамытуда Амандықова Диана өзінің шеберлігі мен білімін көрсетті. Барлық мақсаттар мен міндеттер орындалды.

Аудио деректерді тарату жүйесі Li-fi технологиясы негізінде күн панелі, жарық диоды және күшейткіштерді қолдану арқылы жасалған. Кіріспеде жобаның мақсаты, өзектілігі мен міндеттері көрсетілген.

Бірінші бөлімде Li-Fi технологиясы жайлы жалпы деректер, жұмыс істеу принципі, мүмкіндіктері жайлы деректер берілді. Li-Fi және Wi-Fi технологияларына өзара салыстырмалы анализ жүргізілді.

Екінші бөлімде Li-Fi технологиясы арқылы аудио деректерді тарату жайлы және оның жұмыс істеу принципі, артықшылықтары және мүмкіндіктері жайлы түсіндірілді.

Үшінші бөлімде Li-Fi технологиясы арқылы аудио деректерді тарату жүйесінің жобасының құрылысы, жұмыс істеу принципі түсіндірілді. Жобаның артықшылықтары мен мүмкіндіктеріне анықтама берілді.

Төртінші бөлімде Li-Fi технологиясы арқылы аудио деректерді тарату жүйесінің қолданылу аясы мен жобаның мүмкіндіктері арқасында оның болашақтағы пайдасы жайлы түсіндірілді.

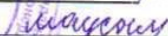
Қорытындылай келе, дипломдық жұмыс қойылатын талаптарға сәйкес келеді. Жұмыс ойдағыдай орындалды, 95 А өте жақсы деп бағаланды және қорғауға жіберіледі деп есептеймін және сәтті қорғаған Амандықова Диана Ермакқызы 6B07104 – «Electronics and Electrical Engineering» мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавр» академиялық дәрежесіне ие болуға лайық.

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІ**

Ph.D. доктор,

ЭТжҒТкаф қауымдастырылған профессоры

HR Қызметі  Хабай А.

« 04 »  2023 жыл







## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Амандықова Диана Ермакқызы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Li-Fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесін әзірлеу

**Научный руководитель:** Дана Утебаева

**Коэффициент Подобия 1:** 5.1

**Коэффициент Подобия 2:** 0.7

**Микропробелы:** 3

**Знаки из других алфавитов:** 0

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

2.06.2023  
Дата

Заведующий кафедрой



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті  
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

**Автор: Амандықова Диана Ермакқызы**

**Тақырыбы: Li-Fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесін әзірлеу**

**Жетекшісі: Дана Утебаева**

**1-ұқсастық коэффициенті (30): 5.1**

**2-ұқсастық коэффициенті (5): 0.7**

**Дәйексөз (35): 1.1**

**Әріптерді ауыстыру: 0**

**Аралықтар: 0**

**Шағын кеністіктер: 3**

**Ақ белгілер: 0**

**Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :**

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

**Негіздеме:**

2.06.2023.  
Күні

Кафедра меңгерушісі



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Амандықова Диана Ермакқызы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Li-Fi технологиясы негізінде аудио деректерді тарату жүйесін әзірлеу

**Научный руководитель:** Дана Утебаева

**Коэффициент Подобия 1:** 5.1

**Коэффициент Подобия 2:** 0.7

**Микропробелы:** 3

**Знаки из других алфавитов:** 0

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается

Обоснование:

2.06.2023  
Дата

Маргоура С. [подпись]  
проверяющий эксперт