

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ 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

Талгатова Назерке Талгатовна

«Радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігін зерттеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B06201 - Телекоммуникациялар

Алматы 2025 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ 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

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
ЭТ ж ҒТ кафедра меңгерушісі
техн. ғыл. канд.
Е.Таштай
« 21 » 2025 ж.



ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігін зерттеу»

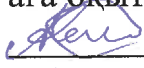
6B06201 – «Телекоммуникация» біілім беру бағдарламасы

Орындаған: 

Талгатова Назерке Талгатовна

Рецензент
PhD докторы, техн. ғыл. канд., Ғ.Дәукеев
ат. АЭЖБУ қауымдастырылған
профессоры

 М.М.Ермекбаев

Ғылыми жетекші
техн. ғыл. кандидаты,
аға оқытушы
 Абдуллаев М. А.
« 21 » 05 2025 ж.

« 21 » 05 2025 ж.

Алматы 2025 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

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

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыш технологиялар кафедрасы

6B06201 – Телекоммуникация

БЕКІТЕМІН
ЭТ ж ҒТ кафедра меңгерушісі
техн. ғыл. канд.
Е. Таптай
« 21 » 2025 ж.



**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Талгатова Назерке Талгатовна

Тақырыбы: «Радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігін зерттеу».

Университет ректорының «29» қаңтар 2025 ж. №26 П/Ө бұйрығымен
бекітілген.

Аяқталған жобаны тапсыру мерізімі «30» сәуір 2025 ж.

Жұмыстың бастапқы мәліметтері:

1. Жиілік диапазондары: 433,92 МГц.
2. Сигнал түрлері: аналогтық (AM, FM) және цифрлық (QAM, PSK).
3. Сезімталдық: ≤ 1 мкВ (төменгі қуатты сгналдарды қабылдау).
4. Артықшылықтары: жоғары сапалы дыбыс.
5. Қолдану салалары: радио хабар тарату, телекоммуникация, навигация.
6. Заманауи технология: автоматтандырылған жүйе.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

1. Радиоқабылдағыштардың жұмыс принциптерін зерттеу.
2. Жұмыс қабілеттілігін анықтайтын факторларды талдау.
3. Қолдану салалары бойынша артықшылықтары мен кемшіліктерін зерттеу.
4. Радиотаратқыштарды жетілдіру және даму перспективаларын анықтау.
5. Заманауи технологияларды енгізу арқылы өнімділікті арттыру.

Сызбалық материалдар 15 слайдпен ppt форматында көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1. Pozar, D.M. Microwave and RF Design of Wireless Systems. – Wiley, 2001.
2. Collins, R.E. Radio Wave Propagation: Principles and Techniques. – McGraw-Hill, 2007.
3. Razavi, B. RF Microelectronics. – Prentice Hall, 2011.
4. Lee, T.H. The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits. – Cambridge University Press, 2004.
5. Sullivan, J., & Kim, Y. Radio Communication Systems: Principles and Applications. – IEEE Communications Magazine, 2018, Vol. 56, Issue 3, pp. 112–125.
6. Manthiram, A. Energy-Efficient Radio Receivers: A Comprehensive Study. – Journal of Telecommunications Engineering, 2019, Vol. 15, Issue 2, pp. 89–103.
7. Chen, H., & Xu, Z. Optimization of Radio Receivers for Long-Range Communication. – Springer Communications Technology, 2021, pp. 215–230.
8. Zhang, Q., & Pan, F. Advances in Radio Reception Systems. – IEEE Transactions on Wireless Communications, 2020, Vol. 19, Issue 4, pp. 523–537.
9. ITU-R Recommendations. Radio Regulations. – International Telecommunication Union, 2022.
10. Blomgren, G.E. Challenges in Developing Efficient Radio Reception Systems. – Wireless Systems Research Letters, 2020, Vol. 14, Issue 2, pp. 78–92.

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерізімі	Ескерту
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	04.01.2025 - 01.02.2025	<i>Орындалады</i>
Теориялық ақпарат	01.02.2025 - 01.03.2025	<i>Орындалады</i>
Жабдықтар жұмысының есебі және жұмысты рәсімдеу	01.03.2025 - 30.05.2025	<i>Орындалады</i>

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған

қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	Тех.ғыл.канд., ЭТЖҒТ каф.қауымдастырылған профессоры Абдуллаев М.А.	<i>01.06.25</i>	<i>Абдуллаев</i>
Теориялық ақпарат	Тех.ғыл.канд., ЭТЖҒТ каф.қауымдастырылған профессоры Абдуллаев М.А.	<i>21.05.25</i>	<i>Абдуллаев</i>
Норма бақылау	ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы Досбаев Ж.М.	<i>23.05.25</i>	<i>Досбаев</i>

Ғылыми жетекшісі



Абдуллаев М.А.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Н.Т. Талгатова

Күні «02» ақпан 2025 ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты – радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігін зерттеу. Тәжірибе аясында 433 МГц жиілігінде жұмыс істейтін RF модулі мен Arduino UNO тақтасын пайдалана отырып, LM35 температура сенсорының көрсеткіштері батырма арқылы басқарылып, нақты температура мәні қабылдағыш құрылғыға қашықтан сымсыз жолдау арқылы деректерді беру жүйесін құрастыру. Жоба «RF 433 МГц модулі мен Arduino негізінде сымсыз деректерді беру жүйесін әзірлеу» деп аталды. Жобаның міндеттері:

1. Радиоқабылдағыштардың жұмыс істеу принципін зерттеу.
2. Arduino платформасында деректерді жіберу/қабылдау кодын әзірлеу.
3. Температура сенсорының мәнін сымсыз жіберіп, қабылдауды жүзеге асыру үшін Serial Monitor арқылы дұрыс көрсетілу.
4. Жүйенің жұмысын тәжірибе жүзінде тексеру.

АННОТАЦИЯ

Целью данной дипломной работы является изучение работоспособности радиоприемников. В рамках эксперимента с использованием RF-модуля, работающего на частоте 433 МГц, и платы Arduino UNO, показания датчика температуры LM35 управлялись кнопкой, а фактическое значение температуры составляло систему передачи данных с удаленной беспроводной передачей на приемное устройство. Проект назывался – «Разработка беспроводной системы передачи данных на основе модуля RF 433 МГц и Arduino». Задачи проекта:

1. Изучить принцип работы радиоприемников.
2. Разработка кода отправки/получения данных на платформе Arduino.
3. Правильное отображение значения датчика температуры с помощью Serial Monitor для беспроводной передачи и осуществления приема.
4. Практическая проверка работы системы.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to study the operability of radio receivers. As part of an experiment using an RF module operating at a frequency of 433MHz and an Arduino UNO board, the readings of the LM35 temperature sensor were controlled by a button, and the actual temperature value was a data transmission system with remote wireless transmission to the receiving device.

The project was called "Development of a wireless data transmission system based on the 433MHz RF module and Arduino". Project objectives:

1. To study the principle of operation of radios.
2. Development of the code for sending/receiving data on the Arduino platform.
3. Correct display of the temperature sensor value using Serial Monitor for wireless transmission and reception.
4. Practical verification of the system operation.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	
1 Радиоқабылдағыштардың даму тарихы	4
1.1 Радиоқабылдағыштардың құрылымы мен жұмыс принципі	6
1.2 Радиоқабылдағыштардың түрлері және оның тиімділігі	7
2 Радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігінің негізгі көрсеткіштері	10
2.1 Аналогтық және сандық технологиялардың салыстырмалы талдауы	10
3 Радиоқабылдағыштардың қолдану салалары	13
3.1 Радиоқабылдағыштардың артықшылықтары мен кемшіліктері	16
4 Радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігін зерттеу	18
4.1 Жүйе дизайны	19
4.2 Жүйені бағдарламалау және жұмыс нәтижелері	24
5 Заманауи технологияларды енгізу арқылы өнімділікті арттыру: Қазіргі ақылды үй жүйелерінің дамуы	32
5.1 Болашақ инновациялық шешімдер	34
Қорытынды	35
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	37

КІРІСПЕ

Осы дипломдық жұмыстың негізгі міндеті – радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігін зерттеу. Жобаның маңызы 433 МГц жиілігінде жұмыс істейтін RF модулі мен Arduino UNO тақтасын пайдалана отырып, сымсыз деректерді беру жүйесін құрастыру болды. Жүйеде Arduino Uno таратқыш және қабылдағыш жүйелерді басқарудың маңызды элементі ретінде қызмет атқарды.

Жобаның келесі кезеңінде – микроконтроллерлерді бағдарламалау және деректерді өңдеу үдерісін ұйымдастыру үшін тиісті бағдарламалық кодтар жазылды. Ол кодтар Arduino бағдарлама жүйесінде әзірленді. Сонымен қатар, RadioHead кітапханасының көмегімен деректерді сенімді жеткізу жүйесі құрылып, жобаларда нақты нәтиже беруі зерттелді. Температура көрсеткіштері батырма арқылы басқарылып, нақты температура мәні қабылдағыш құрылғыға қашықтан сымсыз жолдану үшін LM35DZ сенсоры және (push-button) батырмасы іске қосылды.

Дипломдық жұмыс аясында, таратқыш құрылғыдан жіберілген температура мәні қабылдағыш құрылғыға сәтті қабылданып, Serial Monitor экраны арқылы нақты көрсетілуін және де жүйе тұрақты түрде жұмыс істеп, деректерді жоғалтусыз және кідіріссіз жеткізе алуын зерттеу негізі болды.

Жобаның негізгі міндеттері:

1. Радиоқабылдағыштардың жұмыс істеу принципін зерделеу;
2. Радиожиілікті модуляция негіздерін меңгеру;
3. Arduino платформасында деректерді жіберу/қабылдау кодын әзірлеу;
4. Сенсорлық мәліметтерді сымсыз жіберіп, қабылдауды жүзеге асыру;
5. Сымсыз байланыс принципін практикалық түрде тексеру.

Бұл жоба төмен қуатты сенсорлық құрылғылар немесе смарт үй, ауыл шаруашылығы мониторингі, IoT шешімдері үшін негіз бола алады.

Радиоқабылдағыш жүйесінің негізгі құрамдас бөлшектері:

Бірінші – антенна. Ауада таралып жүрген радиотолқындарды ұстап, оларды электр сигналдарына айналдырып құрылғыға береді.

Екінші – тюнер. Бұл бөлім антеннадан келген барлық сигналдардың ішінен қажетті жиілікті ғана таңдап, қалғанын сүзгіден өткізіп тастайды.

Кейін сигнал күшейткішке түседі. Радиоқабылдағыш ішінде алдымен радиожиілікті күшейтетін, кейін аралық жиілікті күшейтетін екі сатысы бар. Бұл сатыда сигнал күшейтіліп, әрі қарай өңдеуге ыңғайлы етіп беріледі.

Содан соң детектор немесе демодулятор жұмыс істейді. Бұл құрамның міндеті – күшейтілген сигналдың ішіндегі пайдалы ақпаратты, дыбысты бөліп алу.

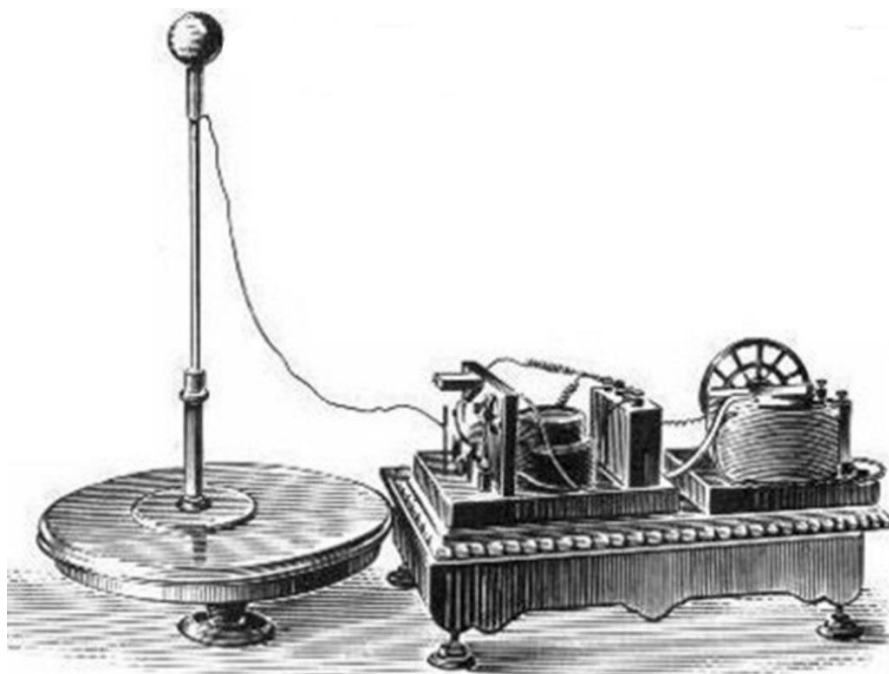
Кейін алынған дыбыс күшейткішке беріледі. Бұл бөлімде дыбыс тағы да күшейтіліп, динамикке жіберіледі. Ал динамик арқылы нақты дыбыс естіледі (мысалы, музыка, сөйлеу).

1 Радиоқабылдағыштардың даму тарихы

Радиоқабылдағыштардың тарихы өте терең және қызықты. Бұл құрылғының пайда болуы мен дамуы – ғылым мен техниканың біртіндеп жетілуінің нәтижесі. Бастапқыда қарапайым тәжірибе ретінде басталған жұмыс, кейін бүкіл әлемге таралған байланыс құралына айналды.

Радиоқабылдағыштың даму жолын қысқаша қарастырайық. Генрих Герц атты неміс ғалымы 1887 жылы электромагниттік толқындардың бар екенін дәлелдеу мақсатында радиотаратқыш пен радиоқабылдағыштың алғашқы үлгілерін жасап, оларды тәжірибе жүзінде қолдануға талпыныстар жасалды. Бұл зерттеулер Джеймс Максвеллдің теориясын растауға арналды. Герц электромагниттік толқындардың қасиеттерін зерттеу арқылы ғылымға үлкен үлес қосты [1].

Орыс ғалымы Александр Попов 1895 жылы электромагниттік сигналдарды қабылдай алатын қарапайым құрал жасап шығарды. Бұл құрал найзағай разрядтарын тіркеп, сигналдарды арнайы қоңырау арқылы білдіретін еді. Ғалымның радиоқабылдағышты жасауы және оны жұмыс істеп тұрған күйін көрсетуі технологиялық революцияның басы болды. Алайда, Екінші дүниежүзілік соғысқа дейін радиокұрылғылардың дамуы баяу болды, себебі оларды тұрмыста кеңінен қолданудың қажеті жоқ еді. Соғыс кезеңінде радиобайланыс әскери мақсатта маңызды рөл атқарды, бұл жаңа технологиялардың жылдам пайда болуына әкелді [2].



1.1-сурет – А. С. Поповтың алғашқы қабылдаушы қондырғысы

Сонымен қатар, италиялық өнертапқыш Гульельмо Маркони де сымсыз байланыс саласында маңызды жұмыстар атқарды. Ол сигналдарды бірнеше

шақырымға дейін жеткізіп, радиобайланыстың нақты мүмкіндігін көрсетті. Бұл кезеңде радиоқабылдағыштар өте қарапайым болғанымен, олардың болашағы зор екені байқалды.

XX ғасырдың басында ғылым мен техника қарқынды дами бастады. 1906 жылы америкалық инженер Ли де Форест электрондық лампаны (триод) ойлап тауып, радиоқабылдағыштардың сигналды күшейту мүмкіндігін арттырды. Бұл жаңалық радиоқабылдағыштардың сенімділігін және тиімділігін едәуір жоғарылатты.

1920-1930 жылдары радиохабар тарату кең ауқымды ала бастады. Адамдар радионы жаңалық тыңдау, музыка тыңдау, ақпарат алу үшін қолданды. Осылайша, радиоқабылдағыштар күнделікті өмірдің бір бөлігіне айналды. Бұл кезде қолданушылар үшін арнайы үйге арналған қабылдағыштар шығарылды.

1940-1950 жылдары транзисторлардың пайда болуы радиоқабылдағыштарды жаңа деңгейге көтерді. Транзисторлар құрылғыларды ықшам әрі аз қуат тұтынатын етіп жасады. Бұрын үлкен көлемді және көп энергия қажет ететін лампалық қабылдағыштардың орнына шағын, портативті нұсқалар келді. Сонымен қатар, 1940 жылдарда классикалық радиоқабылдағыштар мен алғашқы портативтік радиостанциялар пайда болды. 1960 жылдарда вакуумдық лампаларды транзисторлар алмастырды, ал 1980 жылдардың соңына қарай сандық технологиялар енгізіле бастады. XXI ғасырда радиоқабылдағыштар интернет арқылы сигнал қабылдай алады және музыка ойнату, мәліметтерді көрсету сияқты қосымша функцияларға ие болды [2].

Уақыт өте келе радиоқабылдағыштарда сандық технологиялар енгізіле бастады. Қазіргі заманда олар тек қарапайым радиосигналдарды ғана емес, интернет, спутниктік және сандық радиохабарларды да қабылдай алады. Сонымен қатар, олар смартфондар, автокөліктер мен басқа да құрылғыларға біріктірілген.

1960 жылдан кейін әлемде радиоэлектроника саласы қарқынды дами бастады. Радиоқабылдағыштар бұрынғыдай тек дыбысты қабылдаумен шектелмей, ақпаратты әртүрлі форматта өңдеуге бейімделді. Бұл кезеңде радиоқабылдағыштар түрлі жиілік диапазоңдарында жұмыс істейтін болып, олардың қолдану аясы кеңейді.

Әскери, теңіз, авиация салаларында қолданылатын кәсіби радиоқабылдағыштардың құрылымы күрделене түсті. Олар тек хабар таратуды ғана емес, сонымен қатар деректерді шифрлап қабылдау, сигнал сапасын талдау және кедергілерді автоматты түрде сүзгіден өткізу секілді функциялармен жабдықталды. Бұл жаңалықтар байланыс сенімділігін арттырып, қабылдағыштардың жаңа буынын қалыптастырды.

1980-1990 жылдар аралығында микропроцессорлық басқару жүйелері мен цифрлық технологиялар енгізіле бастады. Бұл радиоқабылдағыштарда автоматты баптау, есте сақтау, жиілікті дәл таңдау сияқты мүмкіндіктердің пайда болуына әсер етті. Сонымен қатар, бұл кезеңде DAB (Digital Audio Broadcasting) сандық радиохабар тарату жүйелері дамыды. DAB технологиясы арқылы дыбыс сапасы жақсарып, ақпаратты тиімді тарату мүмкіндігі артты.

XXI ғасырда радиоқабылдағыштар бұрын-соңды болмаған мүмкіндіктерге ие болды. Қазіргі құрылғылар тек радиотолқынды ғана емес, Wi-Fi, Bluetooth, спутник және интернет арқылы келетін сандық сигналдарды да қабылдай алады. Радиоқабылдағыштар енді тек жеке құрылғы ретінде емес, смартфон, теледидар, автокөлік, тіпті «ақылды» тұрмыстық техникалар құрамында да кездеседі.

Осылайша, радиоқабылдағыштар тарихы – бұл үнемі жаңарып, дамып отырған ғылым мен технологияның айқын көрінісі. Кішкентай тәжірибеден басталған идея бүгінде адамзаттың ажырамас құралына айналды.

1.1 Радиоқабылдағыштардың құрылымы мен жұмыс принципі

Радиоқабылдағыш – бұл электромагниттік толқындар арқылы берілетін сигналдарды қабылдап, оны дыбысқа айналдыратын құрылғы. Қарапайым қабылдағыштың ішінде бірнеше негізгі бөлік болады, әрқайсысының өз функциясы бар.

Бірінші – антенна. Ол ауада таралып жүрген радиотолқындарды ұстап, оларды электр сигналдарына айналдырып құрылғыға жібереді. Антеннаның ұзындығы мен түрі қабылданатын жиілікке байланысты болады.

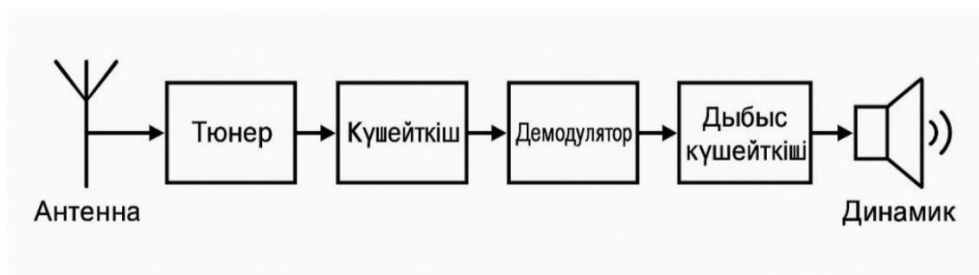
Келесі – тюнер немесе жиілікті таңдау блогы. Бұл бөлім антеннадан келген барлық сигналдардың ішінен бізге қажетті жиілікті ғана таңдап, қалғанын сүзгіден өткізіп тастайды. Радио тыңдағанда біз бір толқынды ғана тыңдаймыз, сол үшін осы тюнер керек.

Содан кейін сигнал күшейткішке түседі. Себебі антеннадан келген сигнал өте әлсіз болады. Радиоқабылдағыш ішінде алдымен радиожіілікті күшейтетін, кейін аралық жиілікті күшейтетін екі сатысы бар. Бұл сатыда сигнал күшейтіліп, әрі қарай өңдеуге ыңғайлы етіп беріледі.

Содан соң детектор немесе демодулятор жұмыс істейді. Бұл бөліктің қызметі – күшейтілген сигналдың ішіндегі пайдалы ақпаратты, яғни дыбысты бөліп алу. Себебі радиосигналдың ішінде ақпарат тасымалдаушы толқынмен бірге беріледі. Демодулятор осыны ажыратады.

Кейін алынған дыбыс күшейткішке беріледі. Бұл бөлімде дыбыс тағы да күшейтіліп, динамикке жіберіледі. Ал динамик арқылы біз нақты дыбысты естиміз – мысалы, музыка, сөйлеу немесе жаңалық [3].

Радиоқабылдағыштың жалпы жұмыс схемасы қарапайым:

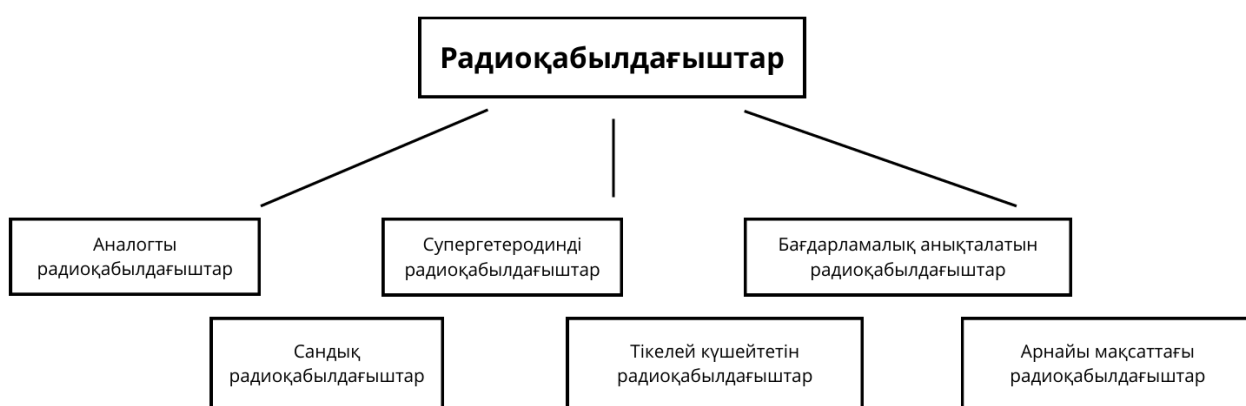


1.2-сурет – Радиоқабылдағыштың негізгі құрылымы

Қазіргі радиоқабылдағыштарда қосымша функциялар да бар. Мысалы, сандық сигналды өңдеу, жиіліктерді автоматты баптау, шуды азайту, жадыда сақтау, дисплейге көрсету секілді мүмкіндіктер. Бірақ негізгі жұмыс принципі өзгермейді – сигналды қабылдау, күшейту, демодуляция және дыбысқа айналдыру.

1.2 Радиоқабылдағыштардың түрлері және оның тиімділігі

Радиоқабылдағыштар уақыт өте келе құрылымы мен мүмкіндіктері де жетіліп, бірнеше түрге бөлінді. Радиоқабылдағыштардың жіктелуі жұмыс істеу принципіне, қолдану аймағына және техникалық сипаттамаларына байланысты жүргізіледі.



1.3-сурет – Радиоқабылдағыштардың классификациясы

Әр түріне анықтама бере кетсек,

1. Аналогты радиоқабылдағыштар.

Аналогты радиоқабылдағыштар – алғашқы пайда болған, классикалық үлгідегі құрылғылар. Олар аналогты сигналдарды өңдейді, яғни сигнал толқыны үздіксіз түрде беріледі. Бұл қабылдағыштар АМ (амплитудалық модуляция) және FM (жиіліктік модуляция) сигналдарын қабылдай алады.

Олардың артықшылығы – құрылымы қарапайым, бағасы қолжетімді, ал кемшілігі – шудың әсеріне сезімтал және сапасы қазіргі заманғы талаптарға сай болмауы мүмкін.

2. Сандық радиоқабылдағыштар [\[4\]](#).

Сандық радиоқабылдағыштарда сигнал алдымен цифрлық пішінге айналып, кейін сандық түрде өңделеді. Мұндай қабылдағыштарда микропроцессорлар мен цифрлық сүзгілер қолданылады.

Олардың басты артықшылығы – сигналдың сапасы жоғары, шуды азайта алады, қосымша функциялар (мысалы, сигнал жазу, ақпаратты сақтау) қарастырылған. Қазіргі заманғы радиолардың, автомобиль мультимедия жүйелерінің көпшілігі осы типке жатады.

3. Супергетеродинді радиоқабылдағыштар [\[5, 338 – 6.\]](#).

Супергетеродинді қабылдағыштар – радиотехника саласында ең жиі қолданылатын және техникалық жағынан жетілген түрі. Бұл құрылғыларда сигнал алдымен аралық жиілікке (IF – intermediate frequency) ауыстырылады, сосын күшейтіліп, демодуляцияланады.

Аралық жиілікті қолдану қабылдағыштың сезімталдығын және жиіліктерді нақты ажырату қабілетін арттырады. Бұл жүйе 1930 жылдан бастап кең таралып, бүгінгі күнге дейін көптеген радиоқабылдағыштарда қолданылады.

4. Тікелей күшейтетін радиоқабылдағыштар (Тікелей түрлендіру).

Бұл типтегі қабылдағыштарда сигнал тікелей, аралық жиілікке түрлендірілмей өңделеді. Құрылымы өте қарапайым және арзан, бірақ сезімталдығы мен селективтілігі төмен. Мұндай қабылдағыштар көбінесе оқу мақсатында, қарапайым құрылғыларда немесе ескі үлгілерде кездеседі.

5. Бағдарламалық анықталатын радиоқабылдағыштар.

Бұл – қазіргі заманғы цифрлық технологияларға негізделген радиоқабылдағыш түрі. Мұнда сигналдың негізгі өңдеу процестері (модуляция, демодуляция, сүзгілеу т.б.) арнайы бағдарламалық жабдықпен атқарылады.

SDR арқылы әртүрлі стандарттағы сигналдарды бір ғана құрылғы арқылы қабылдауға болады. Әскери, зерттеу, байланыс және радио салаларында кең қолданылады.

6. Арнайы мақсаттағы радиоқабылдағыштар.

Мұндай қабылдағыштар нақты бір салаға немесе тапсырмаға арналған. Олардың құрамына шифрланған сигналдарды шешетін, бірнеше жиілікті қатар қабылдайтын, немесе экстремалды жағдайларда жұмыс істейтін жүйелер кіруі мүмкін.

Мысалы, әскери радиоқабылдағыштарда кедергілерге төзімділік, қауіпсіздік және көпарналық қабылдау маңызды рөл атқарады. Авиация мен теңіз саласында да арнайы стандарттарға сай құрылғылар пайдаланылады.

Радиоқабылдағыштардың тиімділігі. Радиоқабылдағыштың тиімділігі – оның сигналды дәл және сапалы қабылдай алу мүмкіндігімен өлшенеді. Қабылданған сигналдың сапасы неғұрлым жақсы болса, радиоқабылдағыш соғұрлым тиімді жұмыс істейді. Бұл, әсіресе, әлсіз немесе алыс орналасқан сигнал көздерімен жұмыс істегенде маңызды болады.

Тиімді радиоқабылдағыш сигнал мен шуды жақсы ажырата алады. Қатты шудың әсері кезінде де негізгі ақпаратты бұрмаламай жеткізу мүмкіндігі – бұл сапалы қабылдағыштың белгісі. Бұған қосымша, құрылғының жиіліктік диапазоны да оның мүмкіндіктерін кеңейтеді. Кең диапазонда жұмыс істей алатын радиоқабылдағыштар әртүрлі диапазондағы сигналдарды қабылдай алады, бұл оларды әмбебап етеді.

Сезімталдық – тағы бір маңызды параметр. Ол радиоқабылдағыштың әлсіз сигналды қаншалықты қабылдай алатынын көрсетеді. Жоғары сезімталдық құрылғыға алыстағы немесе кедергі көп аймақтағы сигналдарды қабылдауға мүмкіндік береді. Алайда, сезімталдық шектен тыс жоғары болса, қажетсіз

шулар да қабылдануы мүмкін, сондықтан бұл көрсеткіштің оңтайлы деңгейде болуы маңызды.

Кедергілерге төзімділік те радиоқабылдағыштың тиімділігіне әсер етеді. Қала ішіндегі ғимараттар, көлік қозғалысы сияқты факторлар радио сигналдың таралуын қиындатуы мүмкін. Қабылдағыш ондай жағдайларда да сигналды анық етіп жеткізе алуы керек.

Соңғы жылдары сандық технологиялар енгізілгеннен кейін радиоқабылдағыштардың тиімділігі арта түсті. Сандық сигналдар шулар мен кедергілерге аз сезімтал, сондықтан олар арқылы алынған дыбыс немесе дерек әлдеқайда сапалы болады.

Энергияны үнемдеу де – қазіргі заманғы радиоқабылдағыштар үшін маңызды сипат. Ұзақ уақыт бойы тоқ көзінен тыс жұмыс істей алатын құрылғылар күнделікті өмірде өте ыңғайлы.

Осы айтылғандардың барлығы радиоқабылдағыштың жалпы жұмыс қабілетін анықтайды және олардың тиімділігін кешенді түрде бағалауға мүмкіндік береді.

2 Радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігінің негізгі көрсеткіштері

Радиоқабылдағыштардың негізгі параметрлері: Сезімталдық – бұл параметр қабылдағыштың әлсіз сигналды қабылдап алу қабілетін көрсетеді. Сезімталдық микровольтпен (мкВ) немесе милливольт/метрмен (мВ/м) өлшенеді. Мысалы, қазіргі заманғы цифрлық қабылдағыштардың сезімталдығы 0,5 мкВ-тан төмен (SSB режимінде), ал аналогтықтар үшін бұл көрсеткіш 10 мкВ-қа дейін жетеді [6, 7].

Селективтілік – бұл параметр қабылдағыштың бөгеуілдерді басу қабілетін сипаттайды. Ол децибелмен (дБ) өлшенеді. Мысалы, жақсы аналогтық қабылдағыштар 60 дБ-дан жоғары көрсеткішке ие, ал цифрлықтарда DSP (сандық сигнал өңдеу) технологиясы арқылы бұл мән 100 дБ-ға жетеді [7, 8].

Динамикалық диапазон – бұл сигналдың ең үлкен және ең кіші мәндерінің арақатынасын көрсетеді. Динамикалық диапазон жоғары жиіліктік трактің сапасына байланысты. Цифрлық қабылдағыштарда бұл параметр аналогтықтарға қарағанда 20-30 дБ-ға жоғары [7, 4].

Шығу қуаты ваттпен (Вт) өлшенеді. Портативті құрылғылар үшін бұл 0,2-1 Вт, ал стационарлықтарда 10 Вт-қа дейін [9].

Жиілік диапазоны – радиоқабылдағыштардың жұмыс істейтін жиіліктері және таралу ерекшеліктері:

- Ұзын толқындар (ДВ): 150-285 кГц, қашықтыққа жетуі жақсы, бірақ дыбыс сапасы төмен. Жер бетімен дифракция арқылы таралады, бірақ ионосферадан шағыла алмайды. Қашықтығы 1000 км-ге дейін [10, 11].

- Орташа толқындар (СВ): 520-1600 кГц, түнгі уақытта ионосфера арқылы шағылысады [11].

- Қысқа толқындар (КВ): 3-30 МГц, халықаралық байланыс үшін пайдаланылады. Ионосферадан бірнеше рет шағылысады, халықаралық байланыс үшін қолданылады [11].

- УКВ/ФМ: 65-108 МГц, жоғары дыбыс сапасымен және аз бөгеуілдермен ерекшеленеді. Тікелей көріну аймағында ғана таралады (50-100 км), бірақ жоғары дыбыс сапасымен ерекшеленеді [4].

2.1 Аналогтық және сандық технологиялардың салыстырмалы талдауы

2.1 кестеде мысал ретінде алынған:

- Аналогтық: "Лира РП-238" (СВ/УКВ диапазоны, 0,2 Вт шығу қуаты) [9].

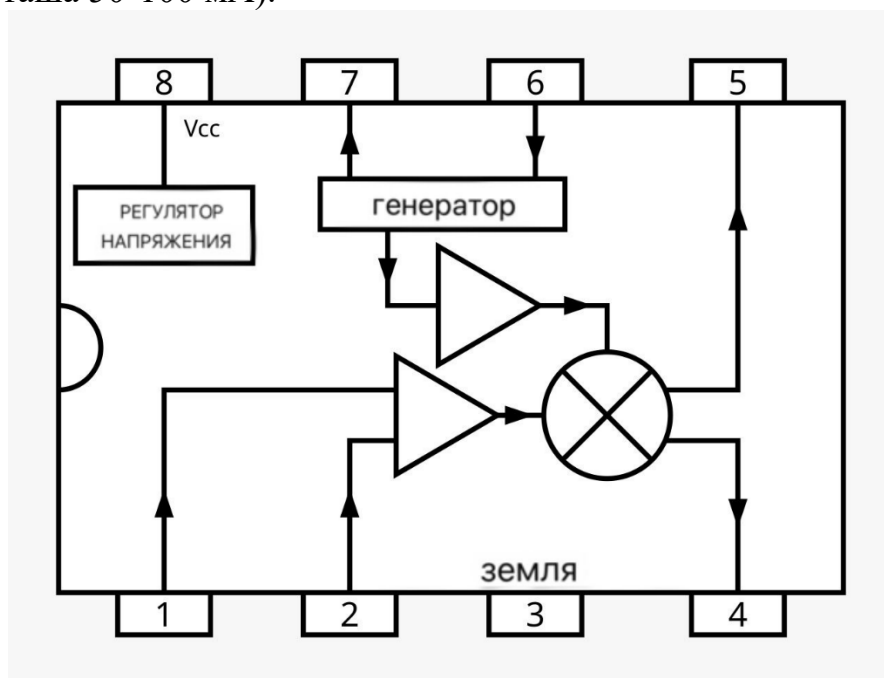
- Цифрлық: Yaesu DR-1X (DSP, интернет-радио, 32 канал жады) [8].

Аналогтық радиоқабылдағыштардың жұмыс принципі 20 ғасырдың басынан бері өзгеріссіз қалды.

Кесте 2.1 – Аналогтық және сандық технологиялардың параметрлері

Параметр	Аналогтық технология	Сандық технология
Сигнал сапасы	Кедергілерге сезімтал, дыбыста артық сигнал болады	Кедергілерді басады, дыбыс таза [8].
Қорғаныс	Тондық кодтау (CTCSS) арқылы шектелген қорғаныс	AES шифрлау сияқты күрделі алгоритмдер [8].
Энергия тиімділігі	Жоғары энергия тұтыну	Төмен энергия тұтыну (цифрлық процесстер арқылы) [7].
Қосымша функциялар	Шектеулі (сағат, будильник)	Интернетке қосылу, файлдарды ойнату, RDS [7].
Құрылғылардың бағасы	Арзан	Қымбат (DSP чиптерінің қолданылуына байланысты) [4].

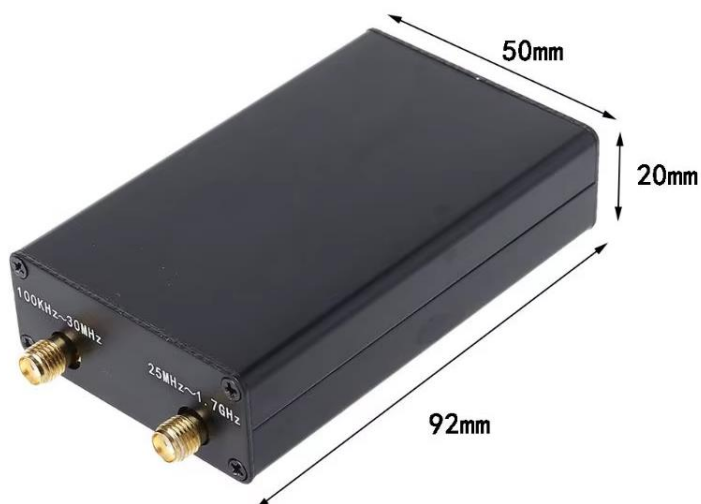
Супергетеродиндық схемалар (NE612 микросхемасы [12]) сигналды екі рет түрлендіру арқылы жоғары селективтілікті қамтамасыз етеді. Бірақ бұл технологияның кемшілігі – жиіліктердің шектеулі диапазоны және энергияны көп тұтыну (орташа 50-100 мА).



2.1-сурет – NE612 микросхемасы

Сандық технологиялар (SDR – Software Defined Radio) мобильділік пен икемділік береді. Мысалы, RTL-SDR v4 қабылдағышы Rafael Micro R820T2

чипіне негізделген және 24 МГц-тен 1,7 ГГц-ке дейінгі жиіліктерді қамтиды [13]. Сандық сигналды өңдеу арқылы қабылдағыш автотүзету, шуды басу сияқты функцияларды орындай алады [8].



2.2-сурет – RTL-SDR v4 Rafael Micro R820T2

RTL-SDR v4 қабылдағышының жиілік диапазонын тексеру үшін мына формулаға жүгінеміз:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} \quad (2.1)$$

f – антеннаның резонанстық жиілігі;

LC – контурдың параметрлері;

$L = 0.5$ мкГн;

$C = 50$ пФ.

$$f = \frac{1}{2 \cdot 3.14 \cdot \sqrt{0.5 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 10^{-12}}} \approx 71.2 \text{ МГц}$$

Бұл мән RTL-SDR v4 диапазонына сәйкес келеді, яғни қабылдағыштың жұмыс істей алатын жиіліктері расталды.

Технологиялық ерекшеліктер – бұл радиоқабылдағыштардың бәсекеге қабілеттілігін анықтайтын негізгі фактор. Ал радиоқабылдағыштардың технологиялық дамуы – бұл радиоэлектрониканың негізгі бағыттарының бірі. Қазіргі заманғы қабылдағыштар тек сигналды қабылдаумен шектелмейді, сонымен қатар оларды сүзу, өңдеу және интерференциядан қорғау функцияларына ие. Бұл бөлімде аналогтық және сандық технологиялардың ерекшеліктері талданды.

3 Радиоқабылдағыштардың қолдану салалары

Қазіргі заманғы техника мен технология саласында радиоқабылдағыштардың рөлі ерекше. Радиоқабылдағыш – бұл радиотолқындар арқылы берілетін сигналдарды қабылдап, оларды бастапқы ақпарат түріне айналдыратын негізгі құрылғылардың бірі болып табылады. Радиоқабылдағыштардың көмегімен дыбыстық, бейне немесе цифрлық сигналдарды алуға, оларды өңдеуге және адам мен автоматтандырылған жүйелерге жеткізуге болады. Мұндай құрылғылар күнделікті өмірде де, өндірісте де, ғылымда да, қорғаныс саласында да кеңінен қолданылады. Бұл жөнінде тереңірек қарастыратын болсақ [\[14\]](#):

1. Радиохабар тарату және ақпараттық-коммуникациялық технологиялар.

Радиоқабылдағыштардың ең танымал, әрі ерте қалыптасқан қолдану салаларының бірі – радиохабар тарату жүйелері. Бұл жүйелерде арнайы радиостанциялар дыбыстық ақпаратты (мысалы, музыка, жаңалықтар, хабарламалар) эфир арқылы таратады, ал тыңдаушылар оны радиоқабылдағыш арқылы тыңдайды. Қазіргі таңда бұл салада аналогтық хабарлармен қатар сандық форматтағы таратылымдар да кең қолданысқа ие болуда. Цифрлық радиохабарлар жоғары сапалы дыбыс, қосымша ақпарат және тұрақты байланыс артықшылықтарына ие.

2. Телевизиялық тарату.

Телевизиялық жүйелерде де радиоқабылдағыштар маңызды рөл атқарады. Телехабарлар арнайы жиіліктерде таратылып, антенна арқылы теледидардың қабылдағышына жетеді. Бұл құрылғы сигналды бейне мен дыбысқа айналдырып, көрерменге сапалы ақпарат ұсынады. Қазіргі таңда сандық телевизияның дамуына байланысты теледидарларда орнатылған қабылдағыштар күрделі функцияларды орындай алады, мысалы, бірнеше арнаны бір мезетте өңдеу, HD немесе 4K сапада қабылдау, телетекст қызметін көрсету және т.б [\[15\]](#).

3. Ұялы байланыс және сымсыз желілер.

Ұялы байланыс жүйелері радиотолқындарды пайдалану арқылы ақпарат алмасады. Радиоқабылдағыштар осы жүйенің негізгі компоненттерінің бірі болып табылады. Әрбір ұялы телефонда, планшетте немесе модемде радиоқабылдағыш орнатылған, ол базалық станциядан келетін сигналды қабылдап, оны өңдейді. Сонымен қатар, Wi-Fi және Bluetooth технологиялары да радиоқабылдағыштар арқылы жұмыс істейді. Бұл сымсыз жүйелерде деректер алмасу, желіге қосылу және қашықтықтан басқару мүмкіндіктері қамтамасыз етіледі [\[16\]](#).



3.1-сурет – Радиоқабылдағыш технологияларын қолданудың негізгі бағыттары

4. Жерсеріктік навигация және геолокация жүйелері.

Глобалдық навигациялық спутниктік жүйелер (GNSS), соның ішінде GPS, ГЛОНАСС, Galileo және BeiDou жүйелері әртүрлі салаларда қолданылады. Бұл жүйелерде пайдаланушы құрылғысы (мысалы, навигатор немесе смартфон) спутниктерден жіберілетін радиосигналдарды қабылдап, дәл географиялық координаттарды анықтайды. Радиоқабылдағыштың сезімталдығы мен дәлдігі неғұрлым жоғары болса, навигациялық ақпарат соғұрлым нақты болады. Мұндай жүйелер транспорт логистикасында, геодезияда, ауыл шаруашылығында, апаттық-құтқару жұмыстарында кеңінен қолданылады [17].

5. Авиация және теңіз навигациясы

Авиациялық және теңіз көлігіне арналған навигациялық құралдарда радиоқабылдағыштар маңызды қызмет атқарады. Мысалы, ұшақтарда қолданылатын VOR (Very high frequency Omnidirectional Range) және ILS (Instrument Landing System) жүйелері арнайы радиосигналдарды қабылдай отырып, әуе кемесіне навигациялық және қонуға қажетті мәліметтер береді. Теңіз көліктерінде де радиоқабылдағыштар арқылы жағалаудағы маяктардан және басқа кемелерден ақпарат қабылданып, қозғалыс бағыты мен қауіпсіздік қамтамасыз етіледі.

6. Радиолокация және қорғаныс саласы.

Радиолокациялық жүйелер – бұл объектілердің орнын, жылдамдығын және бағытын анықтайтын технология. Бұл жүйелерде радиосигнал жіберіледі, ал нысаннан шағылған сигнал радиоқабылдағыш арқылы қабылданады. Осы ақпараттың негізінде объектінің координаталары есептеледі. Әскери салада радиолокация арқылы жаудың қозғалысын бақылау, зымырандарды бағыттау, аумақты қорғау сияқты міндеттер шешіледі. Сонымен қатар, азаматтық салада радарлар ауа райын болжау, әуе қозғалысын басқару үшін қолданылады.

7. Ғарыштық зерттеулер және радиоастрономия.

Ғарышты зерттеу мақсатында қолданылатын радиотелескоптар да радиоқабылдағыштардың күрделі түрлерін пайдаланады. Олар ғарыш кеңістігінен келетін әлсіз радиосигналдарды жоғары дәлдікпен қабылдап, оларды өңдейді. Радиоастрономияда жұлдыздардың, тұмандықтардың, галактикалардың және басқа да аспан денелерінің радиосәулеленуі зерттеледі. Бұл салада қолданылатын радиоқабылдағыштар аса жоғары жиілікті диапазондарды қамтып, сигналдың сапасын сақтап жеткізуге арналған.

8. Өнеркәсіптік телеметрия және автоматтандыру.

Заманауи өндіріс орындарында көптеген процестер автоматтандырылған жүйелер арқылы бақыланады. Осындай жүйелердің құрамында радиоқабылдағыштар маңызды рөл атқарады. Қашықтан басқарылатын құрылғылар (роботтар, манипуляторлар, автоматты желілер) радиосигнал арқылы ақпарат алып, әрекет жасайды. Сондай-ақ, телеметриялық құрылғылар өндірістік немесе экологиялық параметрлерді (қысым, температура, ылғалдылық) өлшеп, радиосигнал арқылы орталық жүйеге жібереді [17].

9. Қауіпсіздік жүйелері және бейнебақылау.

Сымсыз дабыл жүйелері, қозғалыс сенсорлары, бейнебақылау жүйелері радиоқабылдағыштар арқылы орталық панельмен байланысады. Қауіпсіздік жүйелерінде радиоқабылдағыштар сигналды үзіліссіз және нақты қабылдауға мүмкіндік береді. Бұл тұрғын үйлерді, өндірістік нысандарды және мемлекеттік мекемелерді қорғау шараларында кеңінен қолданылады.

10. Медициналық бейнелеу

Магнитті резонансты бейнелеу (МРТ) әртүрлі ауруларды диагностикалауға және емдеуге көмектесетін ішкі ағзалар мен ұлпаларды егжей-тегжейлі кескіндерін жасау үшін радиожиілік толқындарын пайдаланады [17].

11. Ғылыми зерттеулер мен эксперименттер

Физика, электроника, радиотехника салаларында радиоқабылдағыштар түрлі эксперименттер мен сынақтар үшін қолданылады. Олар спектрлік талдау, электромагниттік өрістерді өлшеу, жаңа байланыс жүйелерін зерттеу барысында таптырмас құрал болып табылады.

12. Ақылды үй құрылғылары

Радиоқабылдағыштар технологиясы жарықтандыру және қауіпсіздік жүйелеріне біріктірілген, бұл пайдаланушыларға үй функцияларын сымсыз қашықтан басқаруға, автоматтандыруға және энергияны үнемдеуге мүмкіндік.

Кесте 3.1 – Радиоқабылдағыш технологияларының қолдану салаларын жиілік диапазоны бойынша салыстыру

№	Қолдану саласы	Құрылғының мысалы	Жиілік диапазоны
1	Радио және телехабар тарату	FM радиосы, сандық теледидар	30 МГц-1 ГГц
2	Ұялы байланыс	GSM, 4G, 5G	700 МГц-3,5 ГГц
3	Wi-Fi/Bluetooth	Маршрутизаторлар, құлаққаптар	2,4 ГГц/5 ГГц
4	Спутниктік байланыс	GPS, спутниктік теледидар	1,2-2,5 ГГц
5	Радиолокациялық жүйелер	Авиациялық және метеорадарлар	1-10 ГГц
6	Медицина	MPT аппаратары	10-300 МГц
7	Өнеркәсіп	RFID белгі, логистика	125 кГц, 13,56 МГц
8	Әскери технологиялар	Байланыс жүйелері	Кең ауқым
9	Автомобильдер	TPMS, ақылды кілттер, автомобильдық радар	315/433 МГц, 868 МГц
10	Ақылды үй	Сымсыз сенсорлар, смарт жарықтандыру және т.б.	2,4 ГГц

Бұл мысалдар радиоқабылдағыш технологияларының күнделікті электроникадан бастап, аса маңызды инфрақұрылымдар мен мамандандырылған салаларға дейінгі өмірдің түрлі қырларында әмбебап әрі маңызды рөл атқаратынын көрсетеді.

Радиоқабылдағыштар – ақпараттық технологиялардың, телекоммуникацияның және автоматтандырудың негізі болып табылатын маңызды құрылғылар. Олар тек қана қарапайым дыбыс немесе бейне сигналдарын қабылдаумен шектелмей, сондай-ақ күрделі ғылыми-зерттеу, өндірістік және қорғаныс салаларында кеңінен қолданылады. Болашақта радиоқабылдағыштардың мүмкіндіктері жасанды интеллектпен, IoT (заттар интернеті) жүйелерімен және 6G желілерімен біріге отырып, жаңа деңгейге көтерілуі мүмкін.

3.1 Радиоқабылдағыштардың артықшылықтары мен кемшіліктері

Интернет-радиоқабылдағыштар дәстүрлі эфирлік модельдерге қарағанда бірнеше артықшылықтарға ие:

Жоғары сапалы дыбыс. Интернет-радиоқабылдағыштар кең жиілік жолағын пайдалану арқылы дыбыстың сапасын арттыруға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда дыбыс сапасы дәстүрлі радиоқабылдағыштарға қарағанда әлдеқайда жоғары болады, себебі дәстүрлі құрылғылар көбіне ұзын (ДВ), орта (СВ) және қысқа толқын (КВ) диапазондарын қолданады, ал оларда жиілік жолағы шектеулі.

Көптеген радиостанцияларға тікелей қол жеткізу. Интернет желісіне қосылған интернет-радиоқабылдағыштар әлемнің түкпір-түкпіріндегі мыңдаған радиостанцияларға қол жеткізуге мүмкіндік береді. Бұл қолданушыға әртүрлі елдерден, түрлі жанрлардан және стильдерден қалаған музыканы тыңдауға жағдай жасайды.

Қабылдағыштың орналасқан орны сигнал сапасына әсер етпейді. Эфирлік радиоларда жиі кездесетін мәселе – сигнал сапасының орналасқан орынға тәуелділігі. Интернет-радиоқабылдағыштарда бұл мәселе жоқ: құрылғы қай жерде тұрса да, егер интернет байланысы тұрақты болса, сигнал сапасы өзгермейді. Бұл құрылғыны бөлме ішінде жылжытып, жақсы сигнал іздеудің қажеттілігін жояды.

Музыканы кеңейтілген іздеу мүмкіндігі. Интернет-радио музыканы іздеуде түрлі параметрлерді қолдануға мүмкіндік береді: елді таңдау, музыкалық жанр, танымалдылық деңгейі секілді критерийлерді көрсету арқылы тыңдарман өз талғамына сай контент таба алады.

Бұл артықшылықтар интернет-радиоқабылдағыштарды қазіргі заманғы тыңдармандар үшін тиімді және ыңғайлы құрылғы етеді [4].

Радиоқабылдағыштар, олардың артықшылықтарына қарамастан, технологиялық шектеулер мен сыртқы факторларға байланысты бірқатар кемшіліктерге ие. Негізгілерін айтатын болсақ:

Шуға сезімтал. Радиоқабылдағыштар басқа құрылғылардың (Wi-Fi, LTE желілері) электромагниттік кедергілеріне сезімтал [18].

Шектеулі қабылдау ауқымы. Сигнал ұзақ қашықтықта немесе қала құрылысы жағдайында әлсірейді.

Қуатты тұтыну. Аналогтық қабылдағыштар сандық жүйелермен салыстырғанда көбірек қуат тұтынады.

Ауа-райының қолайсыздығы. Күн дауылдары, жаңбыр мен найзағай радиобайланысты бұзуы мүмкін [19].

Өткізу қабілеті шектеулі. Аналогтық радио жүйелер сандық жүйеге қарағанда аз деректерді жібереді (мысалы, Wi-Fi 6 немесе 5G) [20].

Супергетеродинді радиоқабылдағыштардың да сезімталдығы мен тұрақтылығына қарамастан кемшіліктері бар. Нақты айтқанда, олар айна жиілігіндегі кедергілерге бейім және оларды жою үшін күрделі сүзгілерді қажет етуі мүмкін, бұл құрылғының құны мен күрделілігін арттырады [21].

4 Радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігін зерттеу

Заманауи электроника мен автоматтандыру саласында сымсыз байланыс жүйелерінің рөлі күн санап артып келеді. Осындай жүйелердің бірі – 433 МГц жиіліктегі радиожиіліктік модульдерді қолдану арқылы сенсорлық ақпаратты бір құрылғыдан екіншісіне жеткізу. Бұл жобада деректерді тасымалдаудың қарапайым әрі сенімді тәсілі көрсетілді.

Осы дипломдық жұмыс аясында сымсыз деректерді беру жүйесі жобаланып, тәжірибе жүзінде жүзеге асырылды. Жоба барысында RF 433 МГц модулі мен Arduino платформасы негізінде нақты жұмыс істейтін прототип әзірленді.

Жоба «RF 433 МГц модулі мен Arduino негізінде сымсыз деректерді беру жүйесін әзірлеу» деп аталды.

Жобаның мақсаты мен міндеттері:

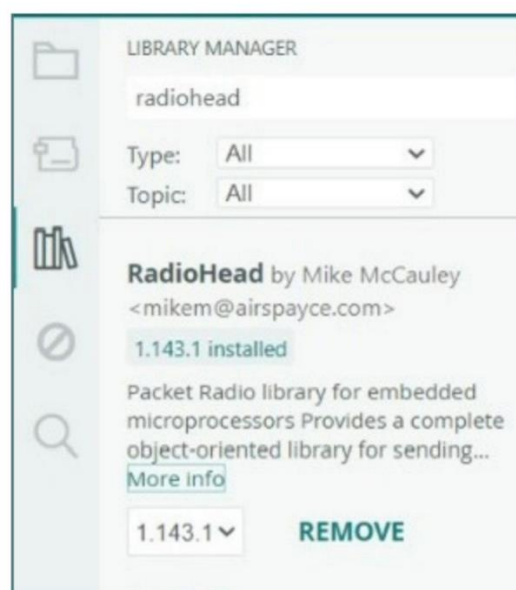
Мақсаты: 433 МГц жиілігінде жұмыс істейтін RF модулі мен Arduino UNO тақтасын пайдалана отырып, сымсыз деректерді беру жүйесін құрастыру.

Міндеттері:

1. Радиоқабылдағыштардың жұмыс істеу принципін зерделеу.
2. Arduino платформасында деректерді жіберу/қабылдау кодын әзірлеу.
3. Сенсорлық мәліметтерді сымсыз жіберіп, қабылдауды жүзеге асыру.
4. Жүйенің жұмысын тәжірибе жүзінде тексеру.

433 МГц RF модульдері – ASK модуляциясын қолданатын төмен қуатты сымсыз құрылғылар. Модульді Arduino кітапханалары арқылы басқаруға болады.

Таратқыш (TX) мәліметтерді жіберсе, қабылдағыш (RX) оларды өңдеп, Arduino арқылы шығарады. Жүйе жұмысын қамтамасыз ету үшін RadioHead кітапханасы қолданылды, ол мәліметтерді сенімді жеткізуге көмектеседі.



4.1-сурет – RadioHead кітапханасы Arduino жүйесінде

RadioHead кітапханасы туралы жалпы мәлімет:

Arduino платформасында сымсыз байланыс орнату үшін жиі қолданылатын тиімді құралдардың бірі – RadioHead кітапханасы. Бұл кітапхана – әртүрлі радиомодульдермен, соның ішінде RF 433 МГц сияқты кең таралған модульдермен жұмыс істеуге арналған көпфункционалы бағдарламалық интерфейс.

RadioHead кітапханасы деректерді жіберу мен қабылдаудың төмен деңгейдегі протоколдарын қамтамасыз етіп қана қоймай, сонымен қатар модуляция түрлерін, адрестеуді, пакеттік жеткізуді және қайта жіберу сияқты механизмдерді де қолдайды. Бұл оны басқа кітапханалармен салыстырғанда икемдірек әрі сенімді етеді.

RadioHead кітапханасының көмегімен деректерді сенімді жеткізу жүйесі құрылып, жобаларда нақты нәтиже береді. Бұл кітапхана шағын сымсыз желілер мен қарапайым үй автоматикасы жүйелерінен бастап, күрделі өнеркәсіптік жобаларға дейін қолданылуы мүмкін. Сонымен қатар, ол Arduino IDE-де оңай орнатылады және пайдаланушыға күрделі радиопротоколдарды терең білмей-ақ, деректер алмасу процесін басқаруға мүмкіндік береді [22].

4.1 Жүйе дизайны

Жүйенің аппараттық бөлігін зерттейтін болсақ,

Кесте 4.1 – Жүйеге қажетті компоненттер

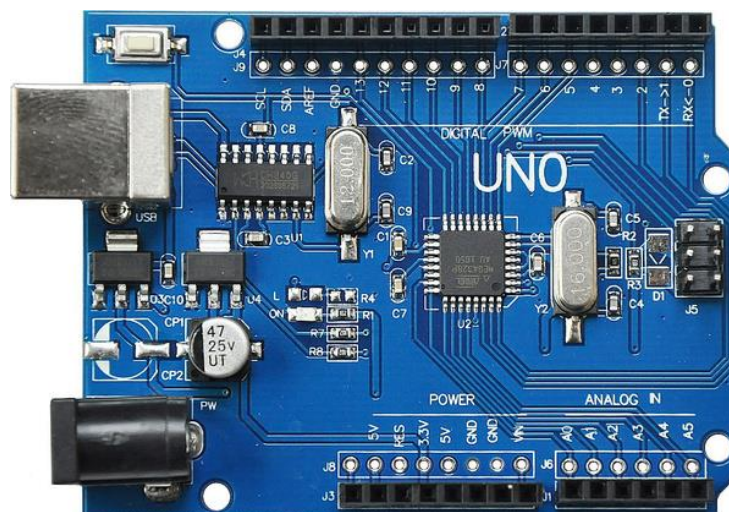
№	Компоненттер
1	2 × Arduino UNO
2	RF 433 MHz таратқыш және қабылдағыш
3	LM35 температура сенсоры
4	Батырма (push-button)
5	Макет тақтасы
6	Өткізгіш сымдар
7	Антенна



4.1-сурет – RF 433 МГц таратқыш және қабылдағыш модульдері

RF 433 МГц компонентінің техникалық сипаттамасы:

- Жиілік: 433.92 МГц
- Модуляция түрі: ASK (Amplitude Shift Keying)
- Қабылдағыш: 5V [\[23, 834 – 6.\]](#)
- Таратқыш: 3.5-12
- Қашықтық: 14-30 м (антенна мен жағдайға байланысты 200 м-ге дейін)



4.2-сурет – Arduino Uno микроконтроллері

Жобада қолданылған Arduino Uno – ашық бастапқы коды бар микроконтроллерлік платформа болып табылады. Жобада Arduino Uno таратқыш және қабылдағыш жүйелерді басқарудың маңызды элементі ретінде қызмет атқарады. Ол сенсорлардан мәліметтерді алады, өңдейді және RF 433

МГц модулі арқылы басқа құрылғыға жібереді, сондай-ақ олардан мәліметтерді қабылдайды [24].

Arduino Uno платасында 14 цифрлық және 6 аналогтық кіріс/шығыс пиндері, сонымен қатар қуат көзін басқаруға арналған бөліктер бар. Ол USB-интерфейсі арқылы компьютермен байланыса алады және «Arduino IDE» бағдарламалау ортасында жазылған кодтар арқылы басқарылады.

Жоба аясында Arduino Uno-ның басты артықшылықтары – оның сенімділігі, қолдануға қарапайымдылығы және әртүрлі қосымша құрылғылармен (мысалы, сенсорлар, RF модульдері, дисплейлер) үйлесімді жұмыс істеу қабілеті. Таратқыш бөлімде ол температурасын өлшеп, оны кодтайды және радиосигнал түрінде жібереді. Ал қабылдағыш бөлімде Arduino Uno радиосигналды қабылдап, деректі өңдейді және оларды порт монитормына (serial monitor) немесе басқару құрылғылары арқылы көрсетеді.

Осылайша, Arduino Uno микроконтроллері бұл жобада орталық басқару блогының қызметін атқарып, сымсыз мәлімет алмасу процесінің негізін құрайды.

Сигналдың таралу және қабылдау процесін, яғни жұмыс принципін түсіндіретін болсақ, бұл процесс Arduino мен RF 433 МГц модулі арқылы сенсор деректерін сымсыз жолдау жүйесінде іске асады:

1. Сенсор дерек жібереді (Data acquisition):

Таратқыш жағы:

- Сенсорлар, зерттеу барысында алынған – LM35 қоршаған ортадан физикалық шамаларды (температура) өлшейді.

- Бұл аналогтық немесе цифрлық сигнал ретінде Arduino-ның кіріс (input) пиндеріне беріледі.

2. Arduino сигналды өңдейді (Processing):

- Arduino сенсордан түскен мәліметтерді оқып, оларды сандық форматқа түрлендіреді.

- Содан соң, ақпарат нақты бір үлгіге сәйкес түрлендіріп, жолдануға дайындалады.

1. RF 433 МГц таратқыш сигналды жібереді (Transmission):

- Түрленіп, дайындалған дерек 433 МГц таратқыш модулі арқылы радиосигнал ретінде эфирге жіберіледі.

- Бұл сигнал амплитудалық модуляция әдісімен (мысалы, ASK – Amplitude Shift Keying) таратады.

2. RF қабылдағыш сигналды алады (Reception):

Қабылдағыш жағы:

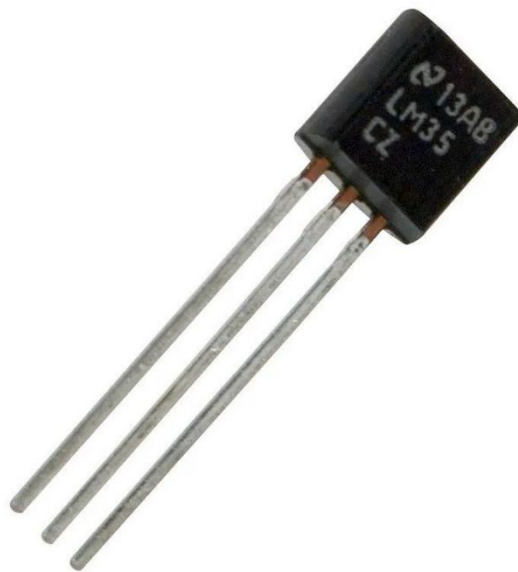
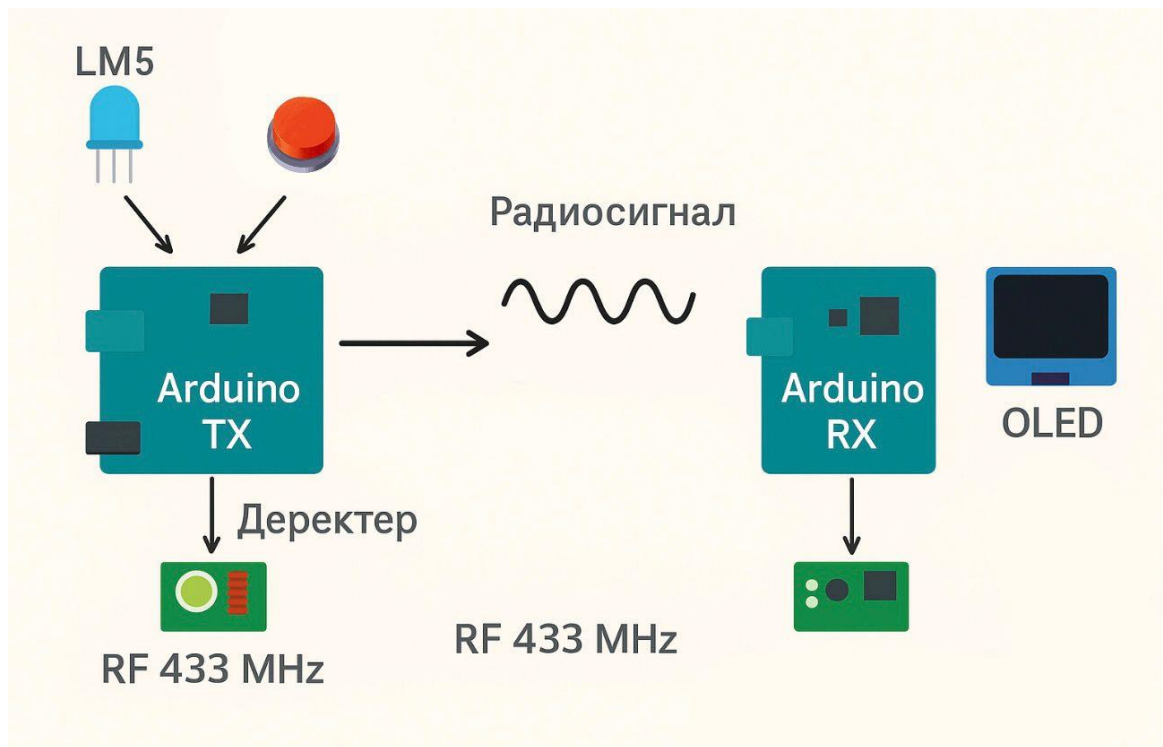
- 433 МГц қабылдағыш модулі сол жиіліктегі сигналды қабылдайды.

- Модуляцияланған сигнал қабылданып, цифрлық дерекке демодуляцияланады, яғни қайта түрлендіріледі.

3. Arduino деректерді өңдейді және көрсетеді (Display/Action):

- Қабылдаушы Arduino деректі алып, қажетті түрде өңдейді.

- Ол ақпаратты Serial monitor арқылы көрсетеді.



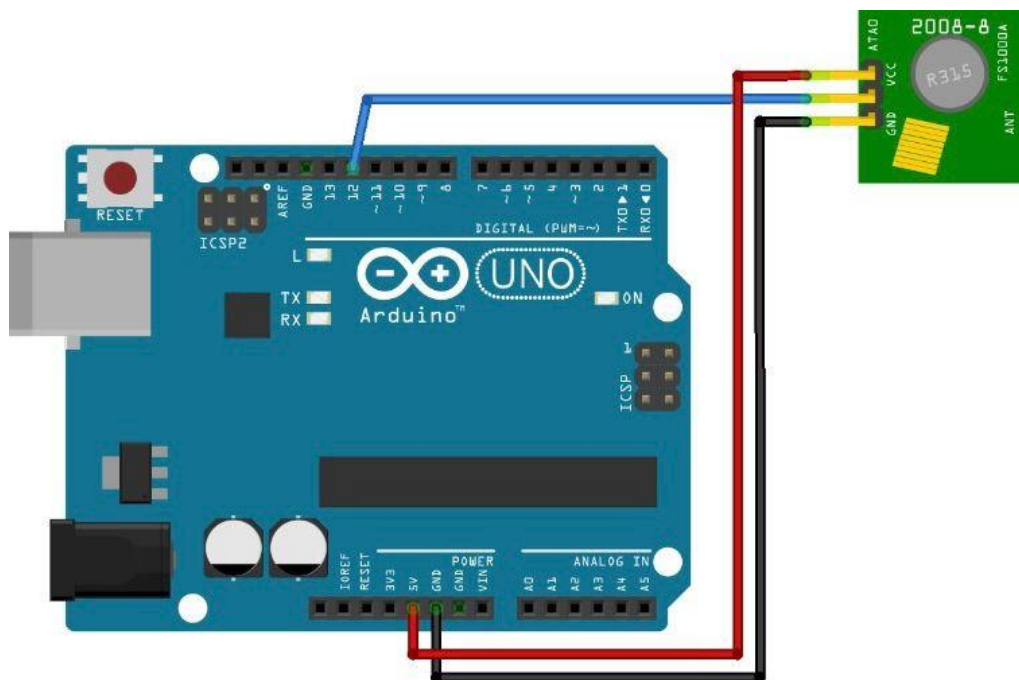
LM35DZ – сызықты шығысы бар аналогтық температура сенсоры. Оның артықшылықтары:

Жоғары дәлдік: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ қателік диапазоны (0°C -ден $+100^{\circ}\text{C}$ -ге дейін).

Төмен энергия тұтыну: 60 мкА ток тұтынады, портативті жобаларға жарамды.

СЫЗЫҚТЫ ШЫҒЫС: Өлшенген температураға пропорционалды шығыс кернеуі.

Осылайша, LM35DZ – арзан және қарапайым температура сенсоры, Arduino-мен жұмыс істеуге өте ыңғайлы. Ол жобалардың көпшілігіне (орташа температура диапазонында) қолданылады [25].



4.5-сурет – Arduino UNO және RF 433 МГц таратқыш модулін пайдаланып сымсыз байланыс орнатудың схемасы

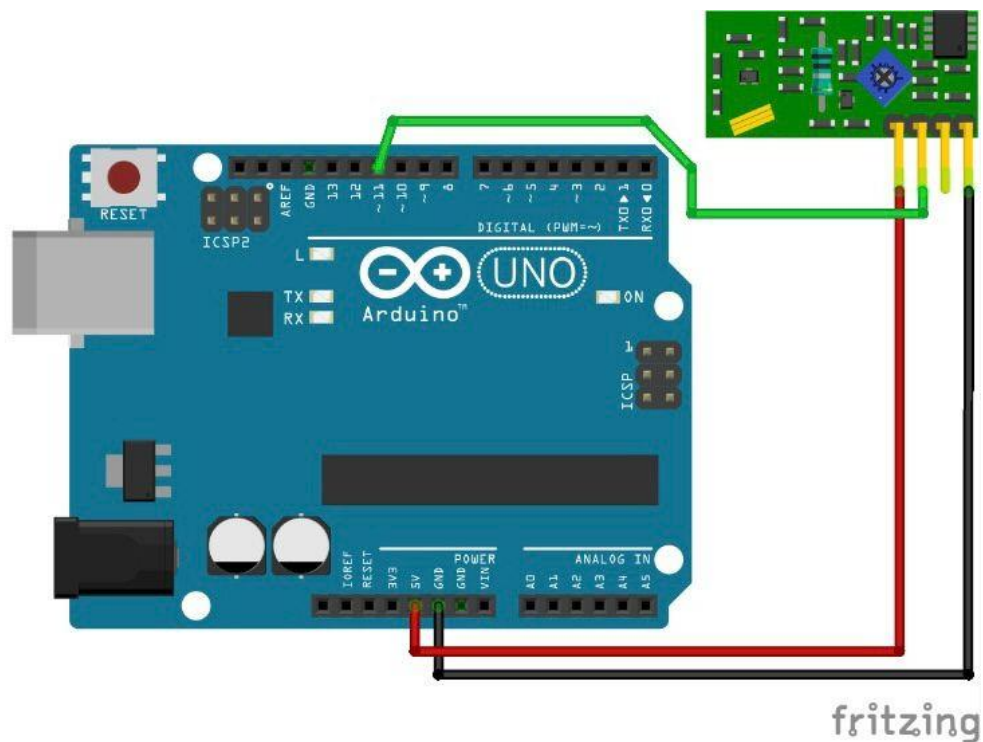
Бұл суретте деректерді жіберетін құрылғы көрсетілген. Мұнда қолданылып отырған модуль – RF 433 МГц таратқышы (FS1000A).

Қосылымдар:

- DATA – Arduino UNO-ның D12 пиніне жалғанған (көк сым).
- VCC – Arduino-ның 5V шығысына жалғанған (қызыл сым).
- GND – жерге, яғни GND пиніне қосылған (қара сым).

Қызметі:

Бұл Arduino температура сенсоры сияқты кез келген дереккөзден мәлімет алып, RF 433 МГц таратқыш арқылы оны сымсыз жібереді. Бұл үшін жоғары да жазылған RadioHead кітапханалары қолданылады.



4.6-сурет – Arduino UNO және RF 433 МГц қабылдағыш модулін пайдаланып сымсыз байланыс орнатудың схемасы

Ал бұл суретте мәліметтерді қабылдайтын құрылғы бейнеленген. Мұнда қолданылған модуль – RF 433 МГц қабылдағышы (XY-MK-5V).

Қосылымдар:

DATA – Arduino UNO-ның D11 пиніне жалғанған (жасыл сым).

VCC – Arduino-ның 5V пиніне жалғанған (қызыл сым).

GND – жерге, яғни GND пиніне қосылған (қара сым).

Қызметі:

Қабылдағыш модуль таратқыштан келіп жатқан сигналды қабылдап, Arduino арқылы деректерді өңдеп, порт мониторуна шығарады. Бұл құрылғы да RadioHead кітапханасы арқылы жұмыс істейді.

4.2 Жүйені бағдарламалау және жұмыс нәтижелері

Жобаның келесі кезеңі – микроконтроллерлерді бағдарламалау және деректерді өңдеу үдерісін ұйымдастыру.

Жоғарыда көрсетілген сұлбаға сәйкес жүйенің жұмысын қамтамасыз ету үшін тиісті бағдарламалық кодтар жазылды:



```
1  /* This code is to be used with RF 433Mhz driver: the transmitter side
2  * We send a message via radio frequency "Hello there", there should be an Arduino with a receiver to receive the message
3  * Please visit https://SurtrTech.com for more information
4  */
5
6  #include <RH_ASK.h>                                //Radiohead library
7
8
9  RH_ASK Transmitter;                                //Declaring the transmitting driver, called here "Transmitter"
10
11 void setup()
12 {
13     Serial.begin(9600);                                //For debug, in case the driver fails to initialise
14     if (!Transmitter.init())
15     {
16         Serial.println("init failed");
17     }
18
19 void loop()
20 {
21     const char *msg = "Hello there";                    //Message to send
22     Transmitter.send((uint8_t *)msg, strlen(msg));    //Function send the message (the converted "coded" message, its length)
23     Transmitter.waitPacketSent();                      //Blocks the program until the message is sent
24     delay(2000);                                        //We repeat every 2s
25 }
```

4.7-сурет – Таратушы жақтағы код (Transmitter)

Кодтың түсіндірмесі:

RH_ASK – RadioHead кітапханасының ASK (Amplitude Shift Keying) модуляциясымен жұмыс істейтін классы.

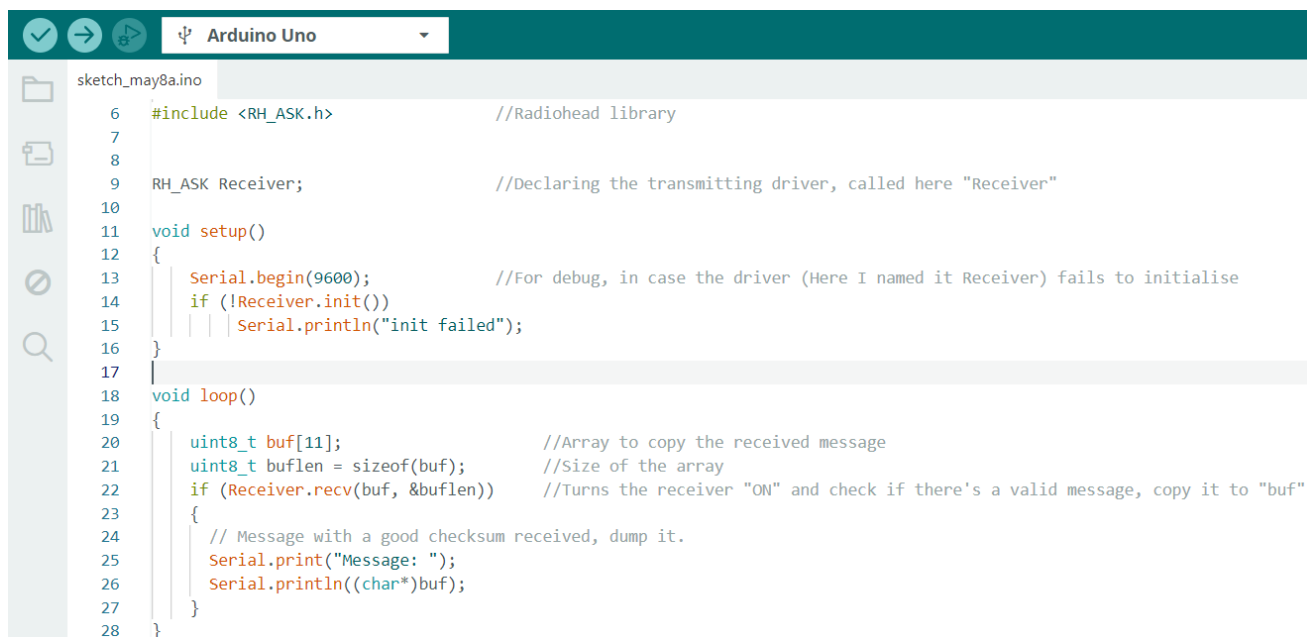
Transmitter.init() – модульдің дұрыс жалғанғанын тексереді. Қате болса, “init failed” деп көрсетіледі.

Transmitter.send(...) – жолдауға арналған хабарламаны жібереді.

WaitPacketSent() – мәлімет жіберілгенше бағдарламаны кідіртіп тұрады.

Бұл код әр 2 секунд сайын “Hello there” деген хабарламаны сымсыз түрде таратқыш арқылы жібереді.

Жоғарыда көрсетілген таратушы жақтың бағдарламасы мәліметті сәтті жіберуді қамтамасыз етеді. Енді осы мәліметті қабылдау жағын сипаттап өтейік.



```
6 #include <RH_ASK.h> //Radiohead library
7
8
9 RH_ASK Receiver; //Declaring the transmitting driver, called here "Receiver"
10
11 void setup()
12 {
13     Serial.begin(9600); //For debug, in case the driver (Here I named it Receiver) fails to initialise
14     if (!Receiver.init())
15         Serial.println("init failed");
16 }
17
18 void loop()
19 {
20     uint8_t buf[11]; //Array to copy the received message
21     uint8_t buflen = sizeof(buf); //Size of the array
22     if (Receiver.recv(buf, &buflen)) //Turns the receiver "ON" and check if there's a valid message, copy it to "buf"
23     {
24         // Message with a good checksum received, dump it.
25         Serial.print("Message: ");
26         Serial.println((char*)buf);
27     }
28 }
```

4.8-сурет – Қабылдаушы жақтағы код (Receiver)

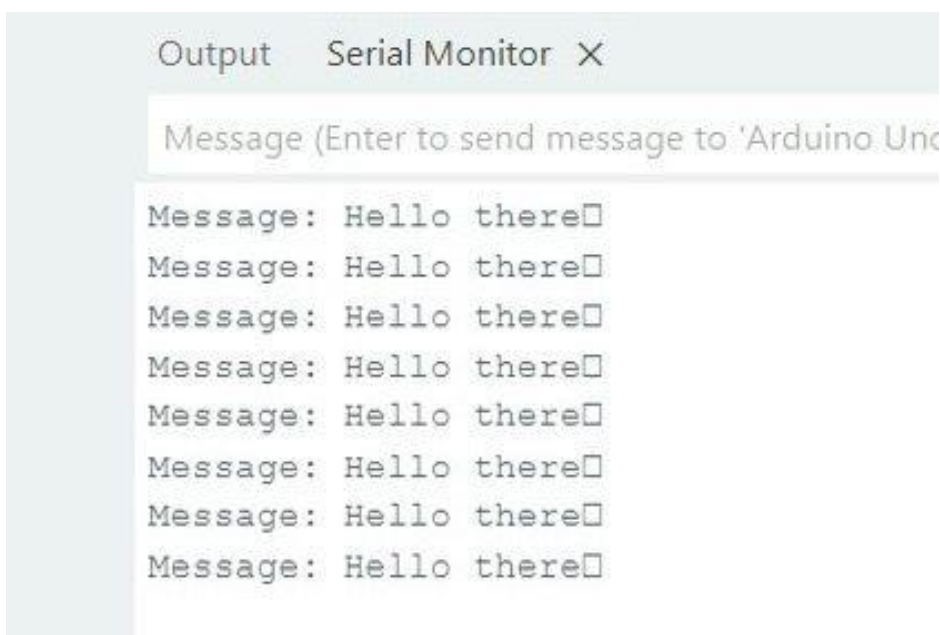
Кодтың түсіндірмесі:

Receiver.recv(...) – қабылдағыш модульді іске қосып, сигнал келген-келмегенін тексереді.

Қабылданған хабарлама buf массивіне көшіріледі және Serial Monitor арқылы экранға шығарылады.

Егер мәлімет дұрыс және бүтін болса, онда “Message: Hello there” деп шығарылады.

Ал нәтижесінде:



4.9-сурет – Serial Monitor-ға келген хабарлама


```

9  #define Butn 2           //Button pin D2 and LM35 analog input pin A0
10 #define LM35 0
11
12 bool Butn_state;         //Button state, to know if the button is pressed=LOW or not=HIGH
13 int temp;                //Temperature value
14 char temp_val[2];        //Here we store the temperature value as two chars
15
16 RH_ASK Transmitter;      //Declaring the transmitting driver, called here "Transmitter"
17
18 void setup()
19 {
20   pinMode(Butn, INPUT_PULLUP); //Instead of using a resistor, I preferred to wire the button with Gnd and use the internal pull up, when pressed it goes "LOW"
21   pinMode(LM35, INPUT);
22   Serial.begin(9600);        //For debug, in case the driver fails to initialise
23   if (!Transmitter.init())
24     Serial.println("init failed");
25 }
26
27 void loop()
28 {
29   temp = analogRead(LM35);    //Read the analog input of the sensor
30   temp = temp * 0.4882;      //Do the calibration
31
32   Butn_state=digitalRead(Butn); //Read the button state
33   if(Butn_state == LOW){      //If pressed
34
35     itoa(temp, temp_val, 10); //We convert the "temp" which is an "int" to temp_val which is a char array, in base 10
36     const char *msg = temp_val; //Store the two chars into the pointer of msg
37
38     Transmitter.send((uint8_t *)msg, strlen(msg)+1); //Function send the message (the converted "coded" message, its length)
39     //we add +1 so it would have "NULL" on the receiver side the array size is 3 instead of 2, this avoid having some trouble f
40     Transmitter.waitPacketSent(); //Blocks the program until the message is sent
41     delay(2000);
42   }
43 }

```

4.11-сурет – Таратқыш жақтағы код (Transmitter)

Код түсіндірмесі:
AnalogRead (LM35) арқылы датчиктен алынған температура мәні есептеледі.

Temp = temp * 0.4882 формуласымен көрсеткіш Цельсийге айналады.
Батырма басылғанда (LOW), температура мәні жолдауға дайындалады.
Itoa() арқылы int мәні char массивіне түрлендіріледі.
Send() арқылы мәлімет қабылдағышқа жіберіледі.

```

1  /* This code is to be used with RF 433Mhz driver: the receiver side
2  * We wait for the message which contains the temperature value to arrive from the other Arduino and we display it on the se
3  * Please visit https://SurtrTech.com for more information
4  */
5
6
7  #include <RH_ASK.h>        //Radiohead library
8
9
10 RH_ASK Receiver;          //Declaring the receiving driver, called here "Receiver"
11
12 void setup()
13 {
14   Serial.begin(9600);        //For debug, in case the driver (Here I named it Receiver) fails to initialise
15   if (!Receiver.init())
16     Serial.println("init failed");
17 }
18
19 void loop()
20 {
21   uint8_t buf[3];           //Array to store the received message
22   uint8_t buflen = sizeof(buf); //Size of the array
23   if (Receiver.recv(buf, &buflen)) //Turns the receiver "ON" and check if there's a valid message, copy it to "buf"
24   {
25     Serial.print("Temperature: ");
26     Serial.print((char*)buf); //char * buf, has the value received
27     Serial.println(" °C");
28   }
29 }

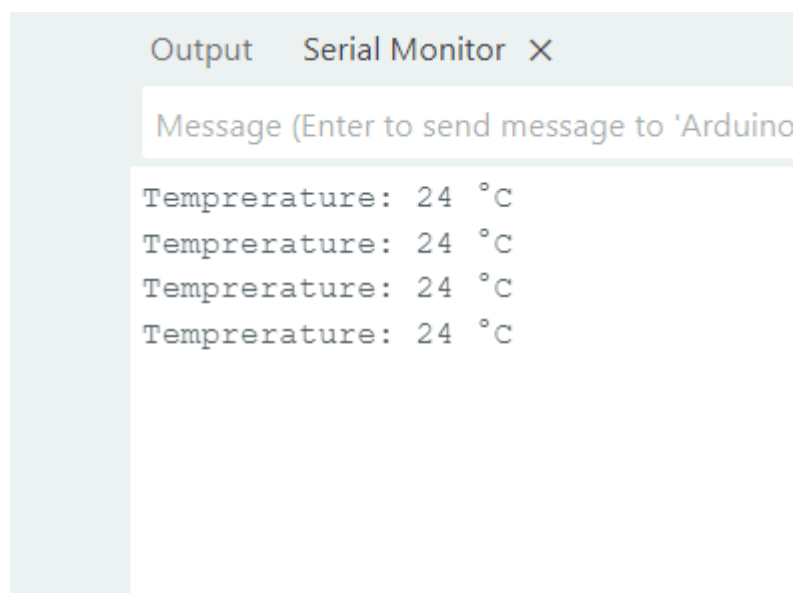
```

4.12-сурет – Қабылдағыш жақтағы код (Receiver)

Код түсіндірмесі:

Қабылдағыш модуль сигналды тексеріп, келген жағдайда buf массивіне сақтайды.

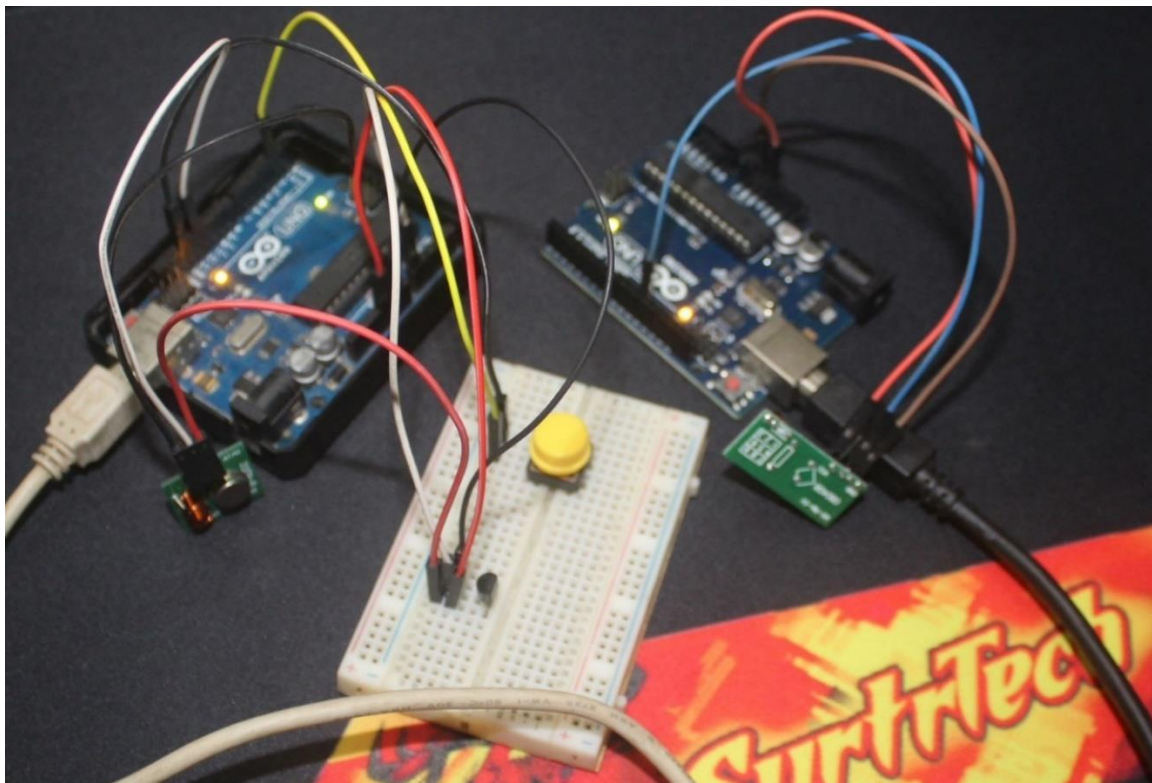
Мәлімет Serial Monitor арқылы көрсетіледі: “Temperature: XX °C” түрінде.



4.13-сурет – Serial Monitor-ға шығарылған нәтиже

Яғни, екі бөлек скетч жазылды: таратқышта – LM35-тің аналогтық дерегі алынып, кодталып, RF арқылы жіберілді.

Нәтижесінде, таратқыш құрылғыдан жіберілген температура мәні қабылдағыш жақта сәтті қабылданып, Serial Monitor экраны арқылы нақты көрсетілді. Жүйе тұрақты түрде жұмыс істеп, деректерді жоғалтусыз және кідіріссіз жеткізе алды.



4.14-сурет – Тәжірибелік түрде орындалған жоба үлгісі

Жүзеге асыру нәтижелері.

Жүйе практикалық түрде құрастырылып, бірнеше сынақтар жүргізілді. Төмендегі тәжірибелік нәтижелер тіркелді:

Таратқыш жақта LM35 сенсоры жылдам әрі нақты температура мәнін беріп отырды.

Батырма басылғанда ғана дерек жіберілетіндіктен, қажетсіз жіберулер болмады және бұл энергияны үнемдеу тұрғысынан тиімді болды.

Қабылдағыш жақта температура мәні Serial Monitor арқылы дұрыс көрсетілді, мысалы: Temperature: 24°C.

Сигналдың сенімділігі жақсы болды – ашық кеңістікте 15-20 метрге дейін байланыс үздіксіз сақталып, сенімді түрде жеткізілді.

Антеннамен жұмыс істеген кезде сигнал қашықтығы мен тұрақтылығы артты.

Жобаны тәжірибелік түрде іске асырғаннан кейін алынған нәтижелер жүйенің тиімді әрі сенімді жұмыс істейтінін көрсетті. Таратқыш жақта LM35 температура сенсорының көрсеткіштері батырма арқылы басқарылып, нақты температура мәні қабылдағыш құрылғыға қашықтан сымсыз жолданды. Қабылдағыш жақта бұл мән дұрыс қабылданып, деректер экранда толық және дәл көрінді. Сонымен қатар, қолданушы батырманы басу арқылы ғана мәліметтің жолдануын басқара алады, бұл энергияны үнемдеу мен басқарудың тиімділік үлгісін көрсетеді.

Іске асырылған жоба нұсқасы арқылы қарапайым мәтіндік хабарламаны және нақты температура мәні 433 МГц радиомодуль көмегімен бір Arduino-дан

екінші Arduino-ға сымсыз түрде сәтті жіберу мүмкіндігі көрсетілді. Жобаның негізгі жетістіктері:

- Сымсыз байланыс принципін практикалық түрде іске асыру;
- Arduino-мен жұмыс істеу тәжірибесін арттыру;
- Радиожиілікті модуляция негіздерін меңгеру.

Бұл жоба төмен қуатты сенсорлық құрылғылар немесе смарт үй, ауыл шаруашылығы мониторингі, IoT шешімдері үшін негіз бола алады. Жоба нәтижесінде микроконтроллермен жұмыс, радиомодульдермен интерфейстің ұйымдастырылуы және сенсорлық ақпаратты өңдеу дағдылары меңгерілді.

5 Заманауи технологияларды енгізу арқылы өнімділікті арттыру: Қазіргі ақылды үй жүйелерінің дамуы

Қазіргі таңда ақылды үйлердің өнімділігін арттыру үшін радиоқабылдағыш технологиялар маңызды орын алады. Бұл технологиялар жүйелер арасындағы тиімді байланысты қамтамасыз етеді, энергияны үнемдейді және қауіпсіздікті арттырады.

Радиоқабылдағыштар – осы жүйелердің басты компоненттерінің бірі болып табылады. Олар сырттан түсетін сигналдарды қабылдап, өңдеп, басқару желісіне жеткізеді. Мысалы, есікті алыстан басқарып, ашу үшін немесе жарықты смартфон арқылы қосу үшін радиоқабылдағыш сенсор мен жібергіш модуль арасындағы берік, үздіксіз және сенімді байланыс қажет. Мұндай жүйелердің сенімділігі мен өнімділігі әдетте осы радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігіне байланысты.

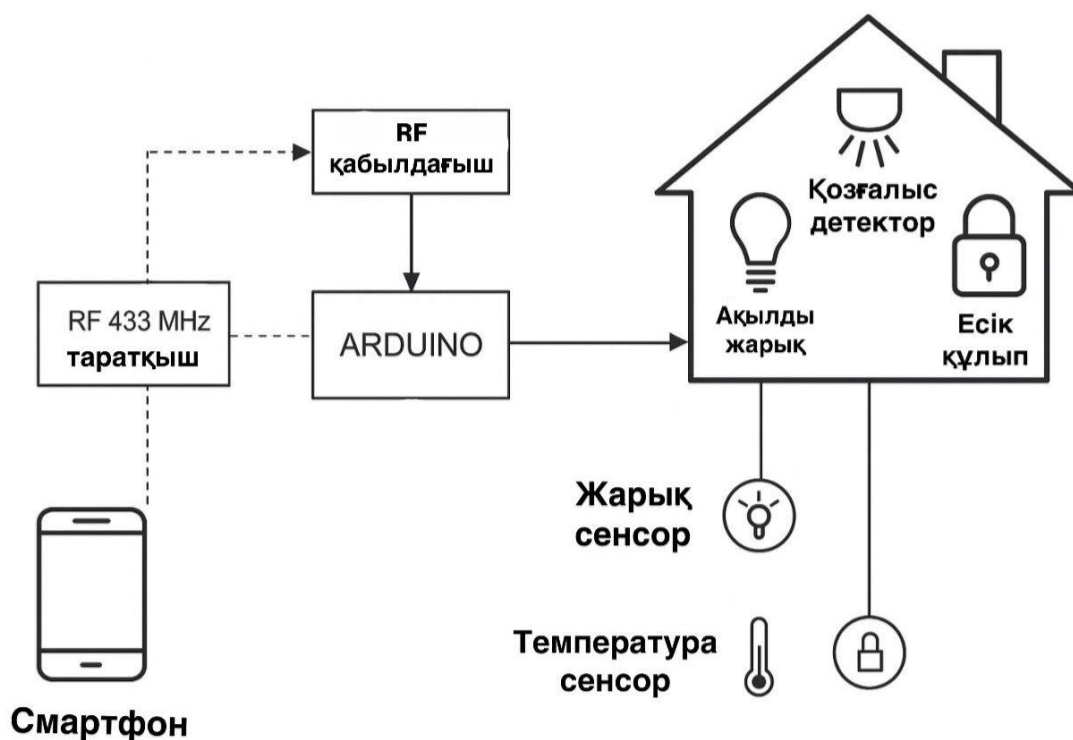
Бұл жүйелер қазіргі адам өмірінің барлық салаларда, соның ішінде тұрмыстық қажеттіліктерде, өндіріс орындарында және инфрақұрылымдық нысандарда заманауи технологиялардың қарқынды дамуы байқалады. Осы технологиялардың ең жарқын мысалдарының бірі – ақылды үй (Smart Home) жүйелері. Ақылды үй – бұл тұрмыстық құрылғылар мен инженерлік жүйелердің автоматтандырылған және алыстан басқарылатын ажырамас кешені, ол тұрғындардың өмір сүру сапасын арттырып, энергияны тиімді пайдалану арқылы өнімділікті жоғарылатады.

Ақылды үй жүйелерінің басты ерекшелігі – орталық басқару блогы немесе микроконтроллерлер арқылы түрлі құрылғыларды басқару мүмкіндігі. Бұл жүйеге жарықтандыруды басқару, қауіпсіздік жүйелері (мысалы, дабыл, бейнебақылау), жылыту және желдету, есік құлпын ашу, су ағымын реттеу, тіпті ауа райын болжау сынды функциялар жатады. Мұндай жүйелер көбіне радиобайланыс арқылы – Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee немесе RF 433 МГц модульдері көмегімен жүзеге асырылады [26].

Zigbee және Z-Wave: Төмен энергия тұтынатын протоколдар, датчиктерді басқару үшін пайдаланылады. Мысалы, Xiaomi Mi Home жүйесінде Zigbee арқылы құрылғылар интеграцияланады [27].

Wi-Fi және Bluetooth: Жоғары жылдамдықты байланыс үшін, әсіресе медиаконтентті таратуда (мысалы, умды колонкалар) [28].

DMR (Digital Mobile Radio): Цифрлық радиобайланыс жүйесі, үй ішіндегі қауіпсіздік жүйелерін басқаруға арналған. DMR радиосы үйді автоматтандыру жобалары үшін бірқатар артықшылықтарды ұсынады, соның ішінде жақсартылған байланыс, экономикалық тиімділік, қауіпсіздікті арттыру және интеграцияның қарапайымдылығы [29].



5.1-сурет – Заманауи ақылды үйлерде қолданылатын радиоқабылдағыштардың пайдасы

Тиімділікті арттырудың негізгі аспектілері туралы айтатын болсақ, ең алғаш тұрғысы: энергия үнемдеу – радиоқабылдағыштар (мысалы, термостаттар) энергия тұтынуды 30%-ға дейін азайтады. Google Nest сияқты құрылғылар пайдаланушылардың әдеттеріне бейімделіп, жылыту режимін оңтайландырады [30].

Қауіпсіздік: Сенсорлар мен Face ID радиожииліктерді пайдалана отырып, үйге рұқсатты тек тіркелген пайдаланушыларға береді [30].

Автономды жұмыс: Жүйелер (мысалы, iRidi) интернетсіз жұмыс істей алады. Модульдер өздігінен шешім қабылдайды (мысалы, су ағынын анықтағанда крандтарды жауып тастау). Ақылды үйде iRidi басқару интерфейстері үшін сенсорлық тақта қолданылады [31].

Заманауи ақылды үйлерде қолданылатын радиоқабылдағыштар энергияны аз тұтынуы, ұзақ қашықтықта жұмыс істеуі, көп арналы сигналдарды өңдеуі сияқты маңызды қасиеттерге ие. Мұндай құрылғылардың өнімділігін арттыру үшін модуляция әдістерін жетілдіру, шуды азайту, сигнал сүзгілеу жүйелерін енгізу сынды инженерлік шешімдер қабылданады.

Сондай-ақ, заманауи ақылды үй жүйелері адамның жеке қажеттіліктеріне бейімделу қабілетімен ерекшеленеді. Бұл үшін жасанды интеллект элементтері, машиналық оқыту және үлкен деректерді талдау технологиялары пайдаланылады. Мысалы, үйдің жылыту жүйесі тұрғындардың үйде болу режиміне қарай автоматты түрде реттелуі мүмкін, бұл энергия үнемдеуге және жайлылықты арттыруға септігін тигізеді.

5.1 Болашақ инновациялық шешімдер

Радиоқабылдағыштардың болашағы цифрландыру, жасанды интеллект және энергия тиімділігі сияқты технологиялардың интеграциясына негізделген. Ақылды үй технологиялары өмір сапасын жақсартумен қатар, энергияны үнемдеу, қауіпсіздік пен уақытты тиімді пайдалану арқылы өнімділікті арттырады. Төменде осы бағыттағы негізгі инновациялар мен олардың тиімділігі қарастырылады:

Цифрлық интеграция және көп платформалықтық.

Радиоқабылдағыштар интернет – платформалармен, подкасттармен және стриминг сервистерімен бірігіп, кеңейтілген функционалды ұсынады:

DAB + (Digital Audio Broadcasting): Жоғары сапалы цифрлық дыбысты тарату форматы, ол дәстүрлі FM-сигналдармен салыстырғанда кедергілерге төзімді болып табылады.

Гибридті форматтар: Эфирлік трансляцияларды әлеуметтік желілердегі стримдермен біріктіру.

5G желілері: Нақты уақыттағы сигнал алмасу жылдамдығын арттыру, бұл автомобильдік радиоқабылдағыштар үшін аса маңызды [\[32\]](#).

Радиоқабылдағыштар IoT жүйелерінің бөлігі ретінде қалалық инфрақұрылымды басқаруға көмектеседі:

Ақылды қалалар: Радиоқабылдағыштар трафикті басқару, экологиялық мониторинг және кепілдік коммуникациясын қамтамасыз етеді [\[32\]](#).

Авариялық желілер: Kirisun компаниясының «үш үзілісті кепілдік» жүйесі апаттық жағдайларда тіпті желісіз режимде жұмыс істей алады.

Қорыта айтқанда, заманауи технологияларды, соның ішінде радиоқабылдағыштар мен автоматтандырылған басқару жүйелерін енгізу тек тұрмыстық жайлылықты қамтамасыз етіп қана қоймай, сонымен қатар жалпы энергия тиімділігін, қауіпсіздікті және адам өмірінің сапасын арттырады. Бұл бағытта жүргізілетін ғылыми-зерттеу және инженерлік жобалар болашақтағы «ақылды» инфрақұрылымның негізін қалайды.

Радиоқабылдағыш технологиялар ақылды үйлердің өнімділігін арттырудың басты қозғаушы күші болып табылады. Олар энергия үнемдеуден бастап, қауіпсіздік пен автономды жұмысқа дейін көптеген артықшылықтарды ұсынады. Ақылды үй технологиялары тек ыңғайлылықты ғана емес, сонымен қатар экономикалық және экологиялық тиімділікті арттырады. Болашақта осы жүйелердің жеке іске асқан және экожүйеге бейімделген нұсқалары кеңінен таралуы күтілуде.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыста радиоқабылдағыштар технологиясының даму эволюциясы, құрылымдық ерекшеліктері мен жұмыс істеу қағидалары, сондай-ақ олардың заманауи жүйелердегі қолдану салалары жан-жақты зерттелді. Жұмыстың негізгі мақсаты – радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігін бағалау және оларды қазіргі заман талаптарына сай пайдаланудың тиімді жолдарын анықтау болды.

Жұмыстың барысында келесі міндеттер орындалды:

1. Теориялық негіздеме: Радиоқабылдағыштардың тарихи дамуы мен алғашқы үлгілерінен бастап қазіргі заманғы сандық және аналогтық құрылғыларға дейінгі аралықтағы өзгерістерге тоқталдық. Радиоқабылдағыштардың құрылымы мен жұмыс принциптері талданып, олардың түрлері мен әрқайсысының қолдану ерекшеліктері сипатталды.

Жұмыс барысында радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігін бағалайтын негізгі көрсеткіштер анықталып, аналогтық және сандық технологиялардың тиімділігі салыстырылды. Радиоқабылдағыштардың түрлі саладағы қолданысы қарастырылды. Олардың артықшылықтары мен кемшіліктері жүйелі түрде талданып, зертханалық сынақтар негізінде жұмыс қабілеттілігіне эксперимент жүргізілді.

2. Жобалау: Зерттеу шынайы техникалық ортада радиоқабылдағыштың тұрақтылығы мен дәлдігін бағалауға мүмкіндік берді. Жүйе дизайны бойынша Arduino мен RF 433 МГц модулін пайдалану арқылы деректерді сымсыз беруге арналған жобада жүзеге асырылды.

3. Бағдарламалау: Жүйені бағдарламалау арқылы алынған нақты нәтижелерге талдау жасалып, сымсыз байланыстың тиімділігі тәжірибе жүзінде дәлелденді. Микроконтроллерлерді бағдарламалау және деректерді өңдеу үдерісін ұйымдастыру үшін тиісті бағдарламалық кодтар жазылды. Ол кодтар Arduino бағдарлама жүйесінде әзірленді. Сонымен қатар, RadioHead кітапханасының көмегімен деректерді сенімді жеткізу жүйесі құрылып, жобаларда нақты нәтиже беруі зерттелді. Температура көрсеткіштері батырма арқылы басқарылып, нақты температура мәні қабылдағыш құрылғыға қашықтан сымсыз жолдану үшін LM35DZ сенсоры және батырмасы іске қосылды.

4. Тестілеу және тексеру: Дипломдық жұмыс аясында жасалған тәжірибелік құрылғыдан жіберілген температура мәні – қабылдағыш құрылғыға сәтті қабылданып, Serial Monitor экраны арқылы нақты көрсетілуін және де жүйе тұрақты түрде жұмыс істеп, деректерді жоғалтусыз және кідіріссіз жеткізе алуын зерттеу негізі болды.

5. Қолдану: Жүргізілген зерттеу радиоқабылдағыштардың қазіргі және болашақтағы маңызын, олардың техникалық мүмкіндіктерін кеңінен көрсетуге мүмкіндік берді. Дипломдық жұмыстың нәтижелері радиоқабылдағыштарды практикалық жүйелерге енгізу барысында пайдалы болуы мүмкін және болашақта одан әрі зерттеулер жүргізуге негіз бола алады.

Осылайша, дипломдық жұмыс мақсаттары толықтай орындалды және алынған нәтижелер қойылған міндеттерді қамтамасыз етілді. Жұмыс нәтижелері алдағы уақытта одан әрі жетілдірілген және жаңа заманауи жобаларла пайдаға асыруға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. The Editors of Encyclopaedia Britannica. (2025, February 18). Heinrich Hertz. Encyclopaedia Britannica. (15.05.2025) <https://www.britannica.com/biography/Heinrich-Hertz>
2. Landcomm. "Что такое приёмник, радиоприёмник, как выбрать и купить приёмник." Landcomm, 2025, (15.05.2025) <https://landcomm.ru/blog/что-такое-priemnik-radiopriemnik/>.
3. "Принципы работы радиоприемника и радиопередатчика: подробное объяснение всех механизмов, сигналов и взаимодействий, которые позволяют передавать и принимать радиоволны в современных коммуникационных системах." Jargoni.ru, 1 Dec. 2023, (15.05.2025) <https://jargoni.ru/faq/principy-raboty-radiopriemnika-i-radiopredatcika-podrobnое-obyasnenie-vsex-mexanizmov-signalov-i-vzaimodeistvii-kotorye-pozvolayut-peredavat-i-prinimat-radiovolny-v-sovremennyx-kommunikacionnyx-sist/>.
4. "Сравнение и выбор радиоприемников." Audiohead.ru, (16.05.2025) <https://audiohead.ru/obzory/4581/>.
5. Pozar, David M. Microwave and RF Design of Wireless Systems. Wiley, 2000. [https://pce-fet.com/common/library/books/33/9509_%5BDavid_M._Pozar%5D_Microwave_and_Rf_Design_of_Wirele\(b-ok.org\).pdf](https://pce-fet.com/common/library/books/33/9509_%5BDavid_M._Pozar%5D_Microwave_and_Rf_Design_of_Wirele(b-ok.org).pdf)
6. "Основные характеристики радиоприемников." Радионаблюдатель (SWL), 3 февр. 2012, (16.05.2025) <https://swl.net.ru/osnovnyie-harakteristiki-radiopriemnikov.html>.
7. "Как выбрать радиоприемник." Voltacom, (16.05.2025) <https://voltacom.ru/articles/kak-vibrat-radiopriemnik>.
8. "Отличие аналоговой и цифровой связи: примеры оборудования." Yaesu, (16.05.2025) https://www.yaesu.ru/obzor_otlichiya.
9. "Радиоприемник Лира РП-238." Ижевский радиозавод, (16.05.2025) <https://www.irz.ru/products/23/81.htm>.
10. "Радиотолқындардың таралуы." Қазақша Уикипедия, (16.05.2025) https://kk.wikipedia.org/wiki/Радиотолқындардың_таралуы.
11. "Радиотолқындар мен олардың таралу ауқымы." Birmiss.com, (16.05.2025) <https://kk.birmiss.com/радиотолқындар-мен-олардың-таралуы/>.
12. "NE612." Wikipedia: The Free Encyclopedia, (16.05.2025) <https://en.wikipedia.org/wiki/NE612>.
13. "About RTL-SDR." RTL-SDR.com, (16.05.2025) <https://www.rtl-sdr.com/about-rtl-sdr/>.

14. "ЭЛЕТОВС-508-1." TechElements.ru, (17.05.2025)
<http://www.techelements.ru/eletovs-508-1.html>.
15. Brain, Marshall, and Talon Homer. "How Radio Works." HowStuffWorks, 30 May 2023, (17.05.2025)
<https://electronics.howstuffworks.com/radio.htm>.
16. "Radio Receiver." Wikipedia: The Free Encyclopedia, 3 weeks ago, (17.05.2025) https://en.wikipedia.org/wiki/Radio_receiver.
17. "Top 10 Radio Frequency (RF) Applications." RF Wireless World, (17.05.2025) <https://www.rfwireless-world.com/app-notes/other-wireless/top-10-radio-frequency-applications>.
18. Collin, Robert E. Antennas and Radiowave Propagation. McGraw-Hill, 1985.
<https://ia800405.us.archive.org/3/items/CollinAntennasRadiowavePropagation1985/CollinAntennasRadiowavePropagation1985.pdf>
19. "Space Weather Impacts." NOAA / NWS Space Weather Prediction Center, (17.05.2025) <https://www.swpc.noaa.gov/impacts>.
20. "LOKO: Localization-Aware Roll-Out Planning for Future Mobile Networks." IEEE Journals & Magazine, (17.05.2025)
<https://ieeexplore.ieee.org/document/9759997>.
21. "Супергетеродинный радиоприёмник." Википедия: Свободная энциклопедия, (17.05.2025)
https://ru.wikipedia.org/wiki/Супергетеродинный_радиоприёмник.
22. McCauley, Mike. RadioHead: RadioHead Packet Radio Library for Embedded Microprocessors. AirSpayce Pty Ltd, (17.05.2025)
<https://www.airspayce.com/mikem/arduino/RadioHead/>.
23. "Improved Quadrature Oscillators." RF Microelectronics, 2nd ed., Prentice Hall, 2012, pp. 578–614. (17.05.2025)
<https://picture.iczhiku.com/resource/eetop/WYKgsQqKzSDpFmbM.pdf>
24. "Arduino Uno." Wikipedia: The Free Encyclopedia, (17.05.2025)
https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino_Uno.
25. Texas Instruments. LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors. SNIS159H, 2017, (18.05.2025) <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>.
26. "Умные дома: Технологии умного дома." Reamos, (18.05.2025)
<https://reamos.ru/blog/umnye-doma-tehnologii-umnogo-doma/>.
27. Шемякинская, Екатерина. "16 лучших систем умного дома 2025: какую купить, рейтинг современных и безопасных систем управления умным домом для квартиры или загородного дома." Hi-Tech Mail, 28 июн. 2024, (18.05.2025) <https://hi-tech.mail.ru/review/111673-luchshie-sistemy-umnogo-doma/>.

28. "Системы «умный дом»: от простых решений к цифровому будущему." Тексе, 21 қараша 2024, (18.05.2025) <https://tekce.com/ru/blog/sovety-i-rekomendatsii/sistemy-umnyj-dom-ot-prostykh-reshenij-k-tsifrovomu-buduschemu>.
29. "Преимущества DMR-радиосвязи для проектов умного дома." Anytone, 10 февр. 2025, (18.05.2025) <https://www.anytone.net/ru/a-news-the-benefits-of-dmr-radio-for-home-automation-projects>.
30. "Современный дом будущего: как технологии улучшают качество жизни." GOODRICH, 21 наурыз 2025, (18.05.2025) <https://goodrich-home.ru/blog/sovremennyj-dom-budushego-kak-tehnologii-uluchshay/>.
31. Смирнов, Дмитрий. "На что способен современный умный дом: обзор систем автоматизации российского производителя." PCNEWS.RU, 9 желтоқсан 2024, (18.05.2025) https://pcnews.ru/articles/na_cto_sposoben_sovremennyj_umnyj_dom_obzor_sistem_avtomatizacii_rossijskogo_proizvoditela-1561778.html.
32. "Будущее радиостанций Kirisun: новые технологии и инновации." BBRC, (18.05.2025) <https://www.bbrc.ru/articles/budushchee-radiostancij-kirisun-novye-tekhnologii-i-innovacii/>.

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Талгатова Назерке Талгатовна

6B06201 – Телекоммуникациялар оқу бағдарламасы

Тақырыбы: «Радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігін зерттеу»

Бұл дипломдық жұмыста радиоқабылдағыштар саласындағы техникалық және қолданбалы мәселелер жан-жақты зерттелді. Жұмыстың басты мақсаты – радиоқабылдағыштардың құрылымын, жұмыс істеу принциптерін, тиімділігін және заманауи жүйелердегі қолданысын ғылыми негізде сараптау болды.

Жұмыс барысында радиоқабылдағыштардың даму эволюциясы мен техникалық сипаттамаларына ерекше назар аударылды. Олардың аналогтық және сандық нұсқаларының салыстырмалы талдауы жасалып, әрбір технология түрінің артықшылықтары мен әлсіз тұстары сараланды.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

Практикалық бөлімде сымсыз байланыс жобасы жүзеге асырылды. Бұл жүйе қарапайым әрі сенімді, нақты уақытта сымсыз мәлімет берудің мүмкіндігін көрсетті. Осы зерттеу арқылы радиоқабылдағыш технологияларының болашағы зор екені айқындалды. Диплом жұмысы теория мен практиканы ұштастырып, радиоқабылдағыштардың маңызын нақты дәлелдейтін ғылыми негіз ұсынды.

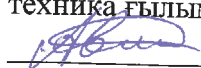
Студент, Талгатова Назерке Талгатовна дипломдық жұмысты жазу барысында жетекші нұсқаулығымен өз бетінше жұмыс істеу қабілетін көрсетті. Дипломдық жұмыс «95/A/ өте жақсы» деп бағаланды, ал Талгатова Назерке Талгатовнаны 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық коммуникациялық технологиялар» бакалавры академиялық дәрежесіне ұсынамын.

Ғылыми жетекші

ЭТ және FT каф.

Қауымдастырылған профессоры,

техника ғылымдарының кандидаты

 Абдуллаев М.А.

«21» 05 2025 ж.

Ф КазНИТУ 706-16. Ғылыми жетекшінің пікірі



РЕЦЕНЗИЯ
Дипломдық жұмыс

Талгатова Назерке Талгатовна

6B06201 – Телекоммуникациялар

Тақырыбына: «Радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігін зерттеу»

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 5 парақ;
б) түсініктеме 39 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген жұмыста радиоқабылдағыштардың теориялық негіздері мен тәжірибелік қолданылу ерекшеліктері жан-жақты қарастырылды. Зерттеу аясында радиоқабылдағыш құрылғыларының техникалық сипаттамалары, олардың даму тарихы мен қазіргі заманғы байланыс жүйелеріндегі орны кеңінен талданды.

Зерттеу барысында радиоқабылдағыштардың негізгі жұмыс істеу принциптері, құрылымдық компоненттері және олардың түрлері сипатталды. Әрбір типтің өзіндік артықшылықтары мен қолдану салалары көрсетілген.

Жұмыстың практикалық бөлімінде радиоқабылдағыштарды пайдаланып, температура сенсорының көмегімен сымсыз деректерді беру жүйесі құрастырылды. Бұл арқылы радиоқабылдағыштың нақты ортада қалай жұмыс істейтіні тексеріліп, алынған мәліметтерге сүйене отырып жүйенің сенімділігі мен тиімділігі зерттелді.

Кейбір орфографиялық қателер кездеседі, оларды түзету ұсынылады.

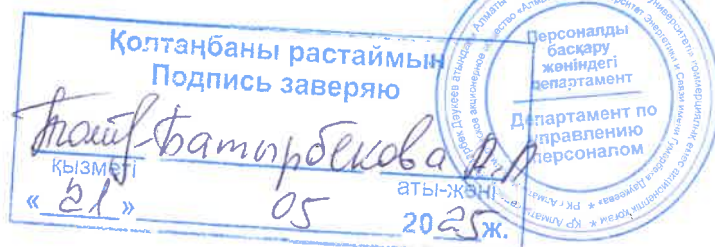
Жалпы алғанда, жүргізілген зерттеу радиоқабылдағыштардың қазіргі және болашақтағы маңызын, олардың техникалық мүмкіндіктерін көрсетуге мүмкіндік береді. Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес әзірленген.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жұмысқа «өте жақсы» (90%) деген баға, ал студент Талгатова Назерке Талгатовна 6B06201 – «Телекоммуникациялар» білім беру бағдарламасының «техника және технологиялар бакалавры» дәрежесіне лайықты деп санаймын.

Рецензент

PhD докторы, техн.ғыл.канд.,
Ғ.Дәукеев ат. АЭЖБУ
қауымдастырылған профессоры
М.М.Ермекбаев
«21» 05 2025 ж.
Ф КазНТУ 706-17. Рецензия



**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: Талгатова Назерке Талгатовна

Тақырыбы: Радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігін зерттеу

Жетекшісі: Сұңғат Марксұлы

1-ұқсастық коэффициенті (30): 3.7

2-ұқсастық коэффициенті (5): 1.7

Дәйексөз (35): 1.6

Әріптерді ауыстыру: 1

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

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:

2025-05-21

Күні



Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Талгатова Назерке Талгатовна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігін зерттеу

Научный руководитель: Сұңғат Марксұлы

Коэффициент Подобия 1: 3.7

Коэффициент Подобия 2: 1.7

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 1

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:

2025-05-21

Дата



Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Талгатова Назерке Талгатовна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Радиоқабылдағыштардың жұмыс қабілеттілігін зерттеу

Научный руководитель: Сұңғат Марксұлы

Коэффициент Подобия 1: 3.7

Коэффициент Подобия 2: 1.7

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 1

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:

2025-05-21

Дата



Сұңғат Марксұлы

проверяющий эксперт