

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТІРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Жақыбай Ерасыл Жанатұлы

«Үй ішіндегі Wi-Fi желісін күшейту және өткізу қабілетін арттыруда "Сапа+"
күшейткішінің тиімділігін зерттеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Алматы 2025 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және аппараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

Е.Таштай

« 20 » 05 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Үй ішіндегі Wi-Fi желісін күшейту және өткізу қабілетін
арттыруда "Сапа+" күшейткішінің тиімділігін зерттеу»

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Орындаған:



Жақыбай Е.Ж.

Пікір беруші

М.Тынышбаев атындағы АЛТ
университеті, PhD, «АКТ»
кафедрасының ассистент
профессоры

Мәдібайұлы Ж.

« 20 » 05 2025 ж.

Ғылыми жетекші

ҚазҰТЗУ, т.ғ.м., Электроника,
телекоммуникация және ғарыштық
технологиялар кафедрасының
аға оқытушысы

Марксұлы С.

« 20 » 05 2025 ж.

Алматы 2025 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

6B06201 Телекоммуникация

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

 Е. Таштай

« 31 » 01 2025 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Жақыбай Ерасыл Жанатұлы*

Тақырыбы *«Үй ішіндегі Wi-Fi желісін күшейту және өткізу қабілетін арттыруда "Сапа+" күшейткішінің тиімділігін зерттеу»*

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» сәуір 2025 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: 1) Негізгі зерттеу объектісі: "Сапа+" Wi-Fi күшейткіші. 2) Жиілік диапазоны: 2.4 ГГц және 5 ГГц. 3) Өткізу қабілеті: 300 Мбит/с немесе одан жоғары. 4) Желі жабдығы: Негізгі Wi-Fi маршрутизаторы, Wi-Fi күшейткіш "Сапа+". 5) Зерттелетін параметрлер: Жабдықтың максималды жұмыс қашықтығы және өткізу қабілетінің жоғарылатылуы. 5) Тестілеу шарттары: Көп қабатты ғимараттың пәтері (100 шаршы метрден кем емес). 6) Құрылғылар саны: 5-10 (смартфондар, ноутбуктер, смарт-құрылғылар).

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі: а) Wi-Fi желілерінің өткізу қабілетін арттыру тәсілдерін талдау және зерттеу. б) "Сапа+" Wi-Fi күшейткішінің негізгі техникалық сипаттамаларын зерттеу. в) Үй жағдайында Wi-Fi күшейткішті орнату әдістері мен ықтимал қиындықтарды қарастыру. г) Wi-Fi сигналының күшейту тиімділігін тәжірибелік сынақ арқылы зерттеу. д) "Сапа+" күшейткішінің өткізу қабілетін арттырудағы рөлін бағалау. е) Нәтижелерді талдау және оларды басқа әдістермен салыстыру.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 1) Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2013). *Computer Networks*. Pearson. ISBN: 978-0132126953. 2) Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2021). *Computer Networking: A Top-Down Approach*. Pearson. ISBN: 978-0137417445 3) Говорун Е. "Wi-Fi желілерін жобалау және диагностика".

ISBN: 978-5-496-03092-9. 4) Официальная документация "Cana+" Wi-Fi күшейткіші. 5) Шем тіліндегі мақалалар: Wi-Fi Signal Boosting Techniques in Indoor Environments. 6) Archer, T. (2019). Wi-Fi Optimization: Designing and Deploying Wireless Networks. ISBN: 978-1119507733.

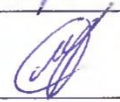
дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	04.01.2025 - 01.02.2025	орындалды
Теориялық ақпарат	01.02.2025 - 01.03.2025	орындалды
Жабдықтар жұмысының есебі және жұмысты рәсімдеу	01.03.2025 - 30.05.2025	орындалды

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	Марксұлы С. ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы, т.ғ.м.	13.03.2025	
Теориялық ақпарат	Марксұлы С. ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы, т.ғ.м.	29.04.2025	
Норма бақылау	Досбаев Ж.М. ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы, PhD	19.05.2025	

Ғылыми жетекшісі

Марксұлы С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

Жақыбай Е.Ж.

Күні «02» ақпан 2025 ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста Wi-Fi сигналдарының сапасын арттыру және қауіпсіздігін қамтамасыз ету әдістері зерттелді. Жұмыстың негізгі мақсаты – үй жағдайында Wi-Fi сигналының таралуын модельдеу, оның әлсіреу себептерін талдау және сигналды күшейтудің тиімді жолдарын анықтау. Зерттеу барысында 2.4 ГГц жиілік диапазонындағы маршрутизатор жұмысы тәжірибелік тұрғыда бағаланып, сигналдың қабырғалар мен кедергілер арқылы қалай әлсірейтіні MATLAB көмегімен модельденді. Сонымен қатар, Huawei AX3 маршрутизаторы және ESP32 микроконтроллері негізіндегі репиторлар арқылы сигналды күшейту және таралу аясын кеңейту жобаланды. Желі қауіпсіздігін арттыру мақсатында WPA2, WPA3 хаттамалары қарастырылып, Wi-Fi 7 технологиясының даму болашағы сипатталды. Алынған нәтижелер Wi-Fi желілерінің тиімділігін арттыру мен қолдану қауіпсіздігін жетілдіруге бағытталған практикалық ұсыныстар жасауға мүмкіндік береді.

АННОТАЦИЯ

В данной выпускной работе исследуются методы улучшения качества сигнала Wi-Fi и повышения безопасности беспроводных сетей. Основной целью является моделирование распространения сигнала в жилом помещении, анализ факторов его ослабления и определение эффективных способов усиления. В ходе исследования была проведена практическая оценка работы маршрутизатора в диапазоне 2.4 ГГц и выполнено моделирование распространения сигнала в MATLAB с учетом физических преград. Также разработан проект усиления сигнала с использованием маршрутизатора Huawei AX3 и микроконтроллера ESP32 в качестве беспроводного ретранслятора. Рассмотрены протоколы безопасности WPA2 и WPA3, а также перспективы развития технологии Wi-Fi 7. Полученные результаты позволяют предложить практические рекомендации по улучшению качества и безопасности беспроводных сетей.

ABSTRACT

This thesis explores methods for enhancing Wi-Fi signal quality and ensuring wireless network security. The primary goal is to model signal propagation in indoor environments, analyze the causes of attenuation, and determine effective amplification strategies. A practical evaluation of a 2.4 GHz Wi-Fi router was conducted, and signal degradation due to walls and obstacles was simulated using MATLAB. A signal enhancement system was developed based on the Huawei AX3 router and an ESP32 microcontroller acting as a wireless repeater. Security protocols such as WPA2 and WPA3 were reviewed, alongside an analysis of the development

prospects of Wi-Fi 7 technology. The findings provide practical recommendations for improving the performance and security of Wi-Fi networks in residential and office environments.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Wi-Fi сигналдарының сапасын арттыру және кеңістіктік сипаттамаларын талдау әдістері	9
1.1 Wi-Fi маршрутизатордың 2.4 ГГц диапазонындағы жұмысын бағалау және сигнал сапасын арттыру жолдары	9
1.2 Спектрограмма көмегімен Wi-Fi сигналының кедергілерге сезімталдығын талдау	11
1.3 МариFi негізіндегі радиосигналды картаға түсіру әдісімен үй ішіндегі құрылғыларды бақылау	14
2 Wi-Fi технологиясының қауіпсіздігін арттыру және сигнал сапасын жақсарту жолдары	17
2.1 Wi-Fi қауіпсіздік хаттамаларының эволюциясы. WEP, WPA, WPA2 және WPA3 технологияларын салыстырмалы талдау	17
2.2 Wi-Fi сигналдарын күшейтудің теориялық негіздері	19
2.3 Wi-Fi сигнал күшейткіштерінің жұмыс принципі	21
2.4 Huawei AX3 маршрутизаторының ішкі құрылысы және қайталағыш режиміндегі жұмыс алгоритмі	22
2.5 Сигналды күшейтудің математикалық негіздері	24
2.6 FWA технологиясының жұмыс істеу принципі және қолдану ерекшеліктері	25
2.7 ESP32 негізіндегі сымсыз репиторды жобалау және іске асыру	28
2.8 Сымсыз желілердің қауіпсіздігі және Wi-Fi технологиясының ерекшеліктері	32
2.9 Қайталағыштардың түрлері және Wi-Fi 7 технологиясының даму перспективалары	35
3 Сымсыз желі сигналын тарату тиімділігін арттыру әдістері	38
3.1 Сымсыз желі сигналының таралуын модельдеу және оңтайландыру	38
3.2 Репиторды қолдану арқылы сигнал қамту ауқымын кеңейту	39
Қорытынды	41
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	42
Қосымша А	43
Қосымшасы Б	49

КІРІСПЕ

Қазіргі таңда сымсыз желілер адам өмірінің барлық салаларында маңызды рөл атқарып отыр. Wi-Fi технологиясы – мобильді құрылғыларды интернетке қосатын әмбебап шешім ретінде кеңінен қолданылады. Үй жағдайынан бастап, өндірістік нысандар мен оқу орындарына дейін Wi-Fi жүйелерінің сапалы және қауіпсіз жұмыс істеуі аса маңызды. Алайда, Wi-Fi сигналдарының әлсіреуі, жиіліктік кедергілер, қашықтық және физикалық бөгеттер – бұл жүйенің басты кемшіліктерінің бірі.

Жұмыстың өзектілігі – Wi-Fi сигналдарының таралу ерекшеліктерін, олардың кедергілерге төзімділігін, қауіпсіздік деңгейін және күшейту мүмкіндіктерін ғылыми және техникалық тұрғыдан зерттеу арқылы сапаны арттыру жолдарын анықтау. Бұл – интернетке сенімді қосылуды қамтамасыз етіп, "өлі аймақтар" мәселесін шешуге, сондай-ақ қауіпсіздік қатерлерін азайтуға бағытталған өзекті мәселе.

Жұмыстың мақсаты – Wi-Fi технологиясының жұмыс істеу принциптерін, сигнал таралу модельдерін, күшейту әдістерін және қауіпсіздік механизмдерін кешенді зерттеу арқылы сымсыз желінің сенімділігін, ауқымын және қорғанысын арттыру жолдарын ұсыну.

Міндеттері:

1. Wi-Fi сигналдарының таралу заңдылықтарын, кедергіге төзімділігін және сапасын талдау;
2. Спектрограмма және MarFi әдісі арқылы үй ішіндегі сигналдың таралуын визуализациялау;
3. Wi-Fi қауіпсіздік хаттамаларының эволюциясын (WEP, WPA, WPA2, WPA3) салыстырып зерттеу;
4. Wi-Fi сигналын күшейтудің теориялық және практикалық тәсілдерін сипаттау;
5. Huawei AX3 және ESP32 негізіндегі қайталағыштарды жобалау және тиімділігін бағалау;
6. FWA технологиясын және оның қолдану ерекшеліктерін қарастыру;
7. MATLAB көмегімен сигнал таралуын модельдеу арқылы репиторлардың тиімділігін дәлелдеу.

Осы зерттеу жұмысы арқылы Wi-Fi желілерінің сапасы мен қауіпсіздігін арттырудың инженерлік жолдары ұсынылып, отандық цифрлық инфрақұрылымды дамытуға үлес қосу көзделеді.

1 Wi-Fi сигналдарының сапасын арттыру және кеңістіктік сипаттамаларын талдау әдістері

1.1 Wi-Fi маршрутизатордың 2.4 ГГц диапазонындағы жұмысын бағалау және сигнал сапасын арттыру жолдары

Wi-Fi (Wireless Fidelity) – бұл радиотолқындар арқылы деректерді сымсыз тасымалдау технологиясы. Ол құрылғыларды интернетке немесе жергілікті желіге (LAN) қосу үшін пайдаланылады.

Wi-Fi желісі маршрутизатор (роутер) арқылы таратылады. Ол интернетке қосылып, радиосигналдарды белгілі бір диапазондарда таратады. Wi-Fi сигналын қабылдаушы құрылғылар (телефон, ноутбук және т.б.) оны өңдеп, интернетке кіруге мүмкіндік алады. Wi-Fi радиотолқындар арқылы ақпарат таратады, ал құпия сөз (WPA2, WPA3 шифрлау) арқылы оны қорғауға болады.

Wi-Fi стандарты	Жыл шыққан жылы	Жиілік диапазоны	Максималды жылдамдық
Wi-Fi 1 (802.11b)	1999	2.4 ГГц	11 Мбит/с
Wi-Fi 2 (802.11a)	1999	5 ГГц	54 Мбит/с
Wi-Fi 3 (802.11g)	2003	2.4 ГГц	54 Мбит/с
Wi-Fi 4 (802.11n)	2009	2.4 / 5 ГГц	600 Мбит/с
Wi-Fi 5 (802.11ac)	2013	5 ГГц	3,5 Гбит/с
Wi-Fi 6 (802.11ax)	2019	2.4 / 5 ГГц	9,6 Гбит/с
Wi-Fi 6E	2021	6 ГГц	9,6 Гбит/с
Wi-Fi 7 (802.11be)	2024 (күтілуде)	2.4 / 5 / 6 ГГц	46 Гбит/с

1.1-сурет – IEEE 802.11 технологиясының эволюциясы

IEEE 802.11 негізіндегі Wi-Fi технологиясы барлық мобильді құрылғылар үшін негізгі процесс болып табылады. Басқа тұрмыстық электроника сияқты, смартфон тұтынушылары Интернетке арзан әрі жылдам қол жеткізуді қалады, осылайша бұл жетілдірілген Wi-Fi жүйесіне деген сұранысқа айналды [3].

Бұл зерттеуде Wi-Fi роутерінің үй ішіндегі қолайлы жұмыс жасауына байланысты деректер мен процестерді ескере отырып сигнал айырмашылығын қарастырды. Сымсыз құрылғылар Интернет арқылы Wi-Fi сигналының сапасына тікелей бағынады, онлайн ойын, қашықтан жұмыс, smart үйді автоматтандыру және сол сияқты күнделікті әрекеттерді қолдау қамтамасыз етеді [1].

1990 жылдардың аяғында IEEE 802.11 стандартын енгізуден басталған өз тарихында Wi-Fi жылдамдықты, мүмкіндікті және сенімділікті үнемі жетілдіріп отыратын бірнеше ұрпақты өзгертті [11].

Маршрутизатор параметрлері арна нөмерін бақылауға, арнаның өткізу қабілетін қарастыруға мүмкіндік береді. Бірлескен арна кедергісін, сондай-ақ іргелес арна кедергісін азайту үшін аумақты жылдам сканерлеуден кейін маршрутизатор 20 МГц өткізу қабілеттілігі бар 1 арнада (2412 МГц) жұмыс істейтін етіп конфигурацияланды. Маршрутизатор барлық өлшеу сценарийлері кезінде тұрақты күйде ұсталды. Маршрутизатордың орны қол жеткізуді жеңілдету үшін, қамтуды оңтайландыруды ескерусіз ерікті түрде таңдалды [2].

Бұл эксперименттік зерттеуде қашықтықтан деректерді беру әдісін қолданады және Wi-Fi жылдамдығын Speed Test қосымшасы арқылы өлшейді. Өлшемдер 1-ші нүктеден бастап бірнеше қашықтықта тұрған нүктеден алынады маршрутизатордан 15 метрге дейін, әртүрлі бөлмелерде әртүрлі кедергілерден өткізіп өлшенеді. Мысалы әртүрлі қалыңдықтағы қабырғалар, жиһаздар, есіктер. Талдау жүргізу үшін Wi-Fi анализаторы болды. Сигнал күшін өлшеу үшін (дБм) бірлігімен есептейді, әрбір қашықтықта деректерді беру жылдамдығын (Мбит/с) бірлігімен қарастырады. Нәтижелер маршрутизатордан алыс болып неғұрлым көп болса, Wi-Fi сигналының күші жоғары екенін көрсетеді. Бұдан басқа, қабырғалар мен электронды кедергілер сияқты кедергілер одан әрі сигнал сапасын нашарлатты. Бұл зерттеу арқылы маршрутизатордың осал және оңтайлы тұстарын біле аламыз [1].

Wi-Fi күшейткіштері немесе тор MESH жүйесі арқылы сигнал күшейткіш құрылғыларын орналастыру және пайдалану, үйдегі Wi-Fi сигналының сапасын жақсартудың тиімді шешімдерінің бірі. Ол сонымен қатар тұрмысты жеңілдету және басқару маңыздылығын көрсетеді. Тестіленген маршрутизатор 2,4 ГГц жиілік диапазонында аралас 802.11b/g/n режимінде жұмыс істейтін TP-Link үлгісі болды [1].

Wi-Fi 7 (IEEE 802.11) бірқатар кәсіпорындарға, соның ішінде көлік және денсаулық сақтау салаларына оң экономикалық әсер етеді деп күтілуде. Сонымен қатар, Wi-Fi 7 кеңейтілген виртуалды шындық сияқты жаңа технологияларға мүмкіндік береді, бұл инновация мен өсудің жаңа мүмкіндіктерін тудырады деп болжануда [11].

Маршрутизатор параметрлері арна нөмерін бақылауға, арнаның өткізу қабілетін қарастыруға мүмкіндік береді. Бірлескен арна кедергісін, сондай-ақ іргелес арна кедергісін азайту үшін аумақты жылдам сканерлеуден кейін маршрутизатор 20 МГц өткізу қабілеттілігі бар 1 арнада (2412 МГц) жұмыс істейтін етіп конфигурацияланды. Маршрутизатор барлық өлшеу сценарийлері кезінде тұрақты күйде ұсталды. Маршрутизатордың орны қол жеткізуді жеңілдету үшін, қамтуды оңтайландыруды ескерусіз ерікті түрде таңдалды [2].

Кесте 1.1 – Күшейту әдістернің түрлері

Күшейту әдісі	Жұмыс істеу принципі	Артықшылықтары	Кемшіліктері	Құрылғы үлгілері
Қайталағыш (репитер)	Негізгі маршрутизатор сигналын қабылдап, қайта таратады	Қамту аумағын кеңейтеді. орнату оңай	Жылдамдық төмендейді, кідіріс болуы мүмкін	TP-Link RE305, Xiaomi Mi Wi-Fi Repeater
Mesh-жүйе	Сигналды бірнеше торап арқылы автоматты тарату	Біркелкі қамту, қосымша басқару мүмкіндіктері	Құны жоғары	TP-Link Deco, ASUS ZenWiFi
Қосжиілікті маршрутизатор	2,4 ГГц және 5 ГГц жиіліктерін қолданып, жылдамдық пен тұрақтылықты арттырады	Жылдамдық өседі, кедергілер аз	Репитерсіз қамту аумағы шектеулі	Huawei AX3, ASUS RT-AX55
Маршрутизатор орнын ауыстыру	Құрылғыны тиімдірек орналасқан жерге қою	Қарапайым әрі шығынсыз әдіс	Мәселені толық шеше алмауы мүмкін	-
Күшейткіш антенналар	Сигналды белгілі бір бағытта күшейтуге арналған сыртқы антенналар	Белгілі бағытта сигнал күшейеді	Орнату біліктілікті талап етеді, барлық модельдерге сай келмейді	TP-Link TL-ANT2408C

1.2 Спектрограмма көмегімен Wi-Fi сигналының кедергілерге сезімталдығын талдау

[2] Бұл мақалада 2,4 ГГц радиожіілік диапазонында жұмыс істейтін Wi-Fi қазіргі уақытта көптеген тұрғын үй орталарында кең таралған. Жұмыс істеуіне байланысты, Wi-Fi көбінесе осы өткізу параметрлерлерімен жұмыс істейді Infrastructure Mode және Ad-Hoc Mode[2]. Бұлардың жақсы жері басқа радиотехнологиялармен кедергісіз жұмыс жасайды, бұл оны өте қолайлы етеді. Bluetooth қолдайтын құрылғылар, тіпті микротолқынды пештер сияқты көптеген құрылғылар 2,4 Гц диапазонында жұмыс істейді, бірақ бұл электромагниттік үйлесімділікті нашарлатады [12].

[2] Мақалада авторлар Wi-Fi сигналының таралуын еркін әрі қол жетімді пайдалануға болатынын айқындап көрсетеді. Бұл толық спектрді пайдалану арқылы талдау спектрінің анализаторын қолдану арқылы да қамтамасыз етіледі. Мақалада Bluetooth технологиясының арқасында Wi-Fi өткізу қабілетінің нашарлағанын анықтадық, мобильді клиентке жақын жерде жұмыс

істеу орташа есеппен 26,5% құрайды және Wi-Fi клиентінен қашықтыққа байланысты азаяды. Белсенді бейне монитордың болуы өткізу қабілеттілігінің 7,5 % төмендеуіне әкеледі, бірақ оның қарқынды Wi-Fi трафигі жағдайында функционалдығы шектеулі. Спектрограммаларды қолдану, кедергілерді талдауларды жақсы түсіну үшін өте маңызды өлшенген нәтижелер бар.

Кедергілердің екі түрі болды:

- Bluetooth және бейне монитор. Бейне монитор 2400-2483,5 МГц жиілік диапазонында Гаусс жиілігін ауыстыру пернесі арқылы 17 дБм максималды шығарылатын қуатпен жұмыс істейді.

- GFSK модуляция және адаптивті жиілікті секіру (AFH) алгоритмі радиоортаға қол жеткізу үшін, Bluetooth арқылы осы жиілік диапазонында жұмыс істейді және жиілікті секіріп тарату спектрінің технологиясын пайдаланады. Wi-Fi клиентке жақын жерде бейне файлмен алмасу мүмкіндігі қосылған тек Bluetooth қосылымдары бар екі қосылған телефон орналастырылды.



1.2-сурет – Үйдегі байланыс жұмыс жасау принципі

Эксперименттік ретінде бірнеше істер қаралды:

1. Маршрутизатормен байланысқан ұялы телефон Wi-Fi.
2. Монитор және мобильді құрылғыға жақын жерде (<1м) орналастырылған маршрутизаторға қосылған ұялы телефон Wi-Fi.
3. Маршрутизаторға қосылған ұялы телефон Wi-Fi, мобильді құрылғының жанында файлды алмастыратын жұпталған Bluetooth құрылғылары бар.
4. Маршрутизаторға қосылған ұялы телефон Wi-Fi екі бөгетші белсенді деп саналады және мобильді құрылғыға жақын жерде орналастырылған.

Сигнал қуатын білу тегін Wi-Fi Analyzer мобильді қосымшасы арқылы жасалды. Мобильді қосымша сигнал күшін өлшеуге мүмкіндік береді. (1.3-сурет)

EAP(Extensible Authentication Protocol)- ірі желілердегі қосымша аутентификация хаттамасымен RADIUS серверімен бірге қолданылады.

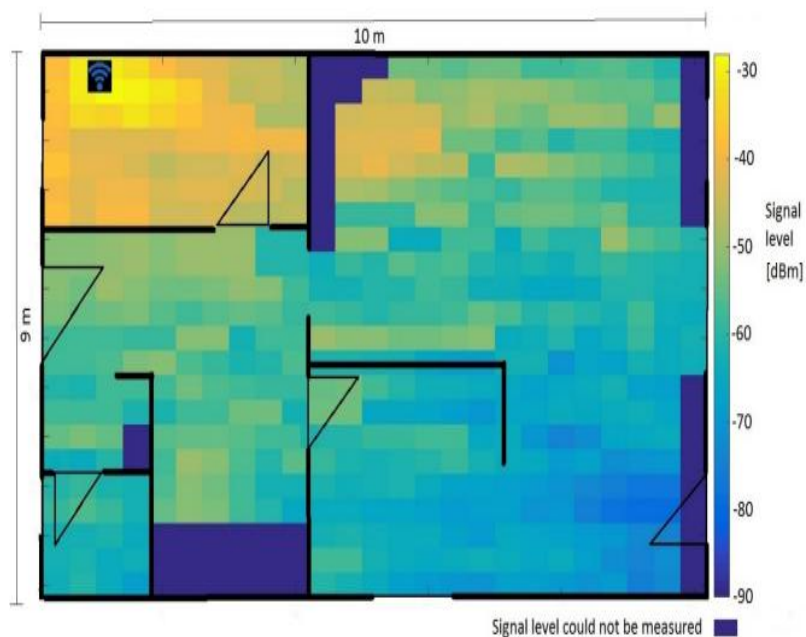
TLS(Transport Layer Security)- хабарламаларды ұстап қалуға және ауыстыруға жол бермейтін хаттама шифрланған және сервер мен клиент арасындағы хабарламаларды құпия ұстау [12].

Сонымен қатар RSSI желісінің негізге алып көрші Wi-Fi сигналын күштерін қарады. Ол барлық диапазондағы қол жетімді Wi-Fi желілері үшін сигнал күші мен жұмыс арнасын (1.2-сурет) көрсету арқылы қол жетімді желілердің графигін көрсетеді [2].



1.3-сурет – Wi-Fi желісінің интерфейстік визуализациясы және өнімділігін талдау құралдары. А) Wifi Analyzer интерфейсі – Желі көрінісі, В) Wifi Analyzer интерфейсі– Арна көрінісі. С)Wifi Speed Test - пайдаланушы интерфейсі

«Wifi Analyzer» көмегімен сигнал күші бірінші қабат бойымен 1,5 м биіктікте өлшеніп, 1.3- суретке сәйкес картаға түсірілді [2].



1.4-сурет – Wi-Fi маршрутизаторының орнын көрсететін бірінші қабаттағы өлшенген сигнал күші

Желі қауіпсіздігінің әртүрлі стандарттарының хаттамалары:

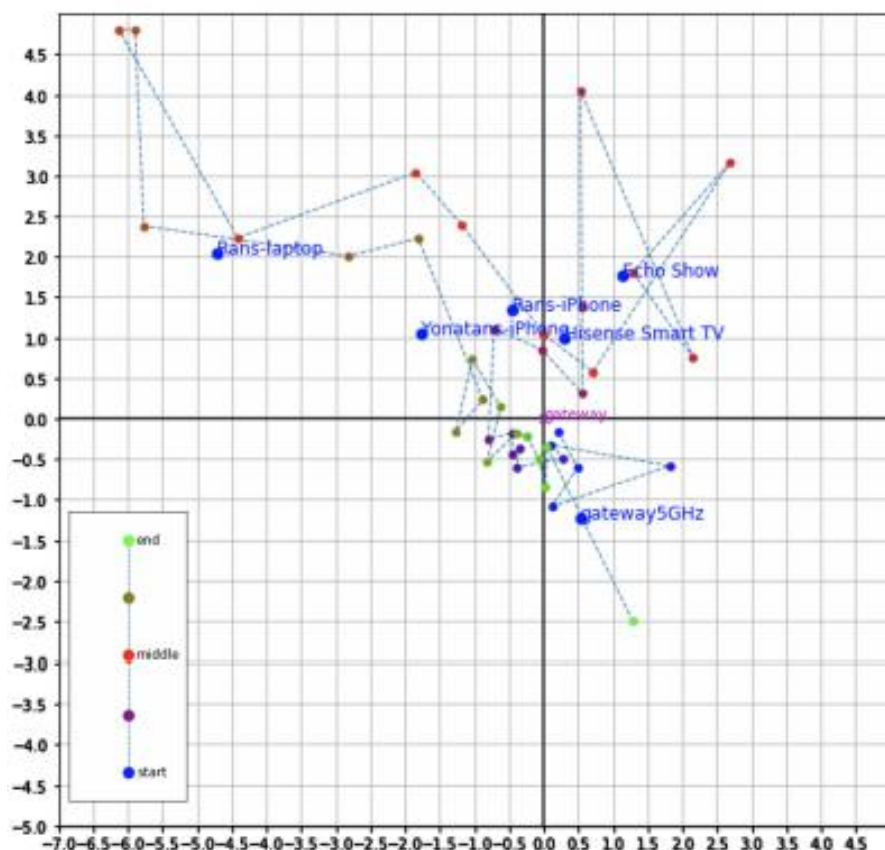
RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Server)- пайдаланушының қашықтағы аутентификация сервері radius пайдаланушының аутентификациясы үшін логин мен парольді қолданатын қызмет.

VPN (Virtual Private Network)- виртуалды жеке желі,хаттама клиенттерге жалпыға ортақ интернет арналары арқылы желіге қауіпсіз қосылуға мүмкіндік беру үшін жасалған. VPN пайдаланушы мен кіру түйіні немесе сервер арасында Қауіпсіз "туннельдер" жасау арқылы жұмыс істейді.[12]

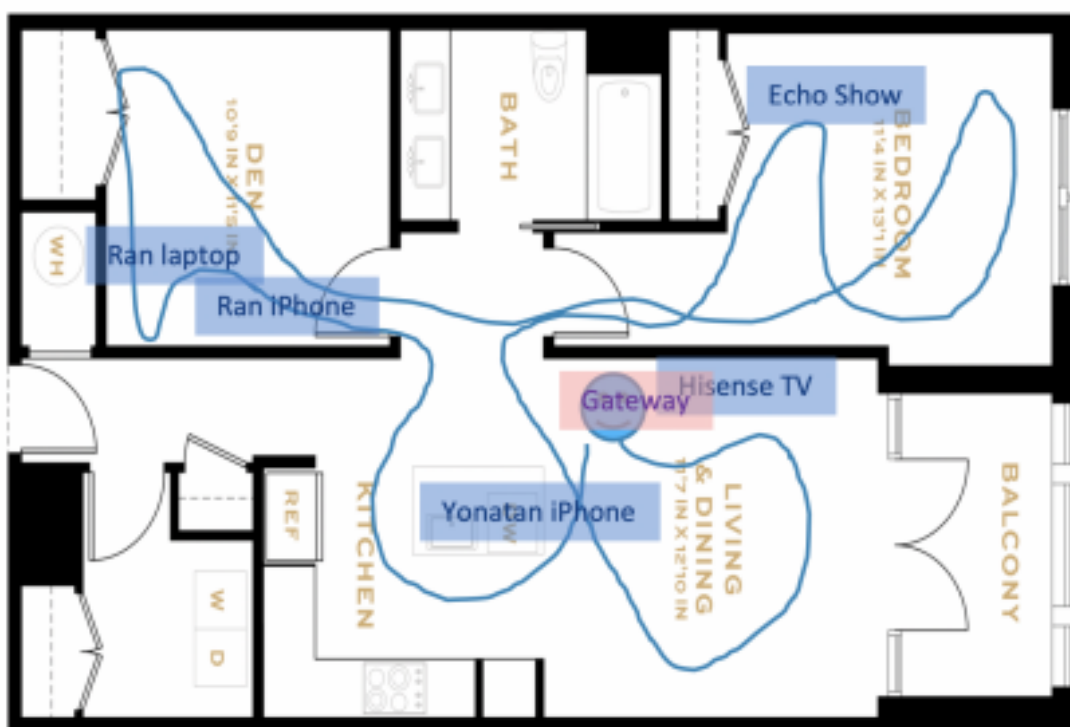
1.3 МаріFi негізіндегі радиосигналды картаға түсіру әдісімен үй ішіндегі құрылғыларды бақылау

[4] Бұл мақалада барлық жалғанған құрылғылар (компьютерлер, теледидарлар, дауыспен басқару құрылғылары, принтерлер, қауіпсіздік камералары және т.б.) орналасқан жерінде орналасқан үйіңіздің картасын елестетіп қарастырылады. Содан кейін құрылғыларды пайдаланушы профильдеріне оңай топтап, Wi-Fi сапасы мен үйдің әртүрлі аймақтарындағы әрекетті бақылауға, тіпті үйіңізде жоғалған планшетті табуға болатындығын көрсетеді. МаріFi - бұл үйдегі құрылғылардың картасын жасау әдісі. МаріFi бірінші бөлігі пайдаланушы Wi-Fi радиоарналарын сканерлеп бақылайтын процесс [4]. Жаңа Wi-Fi жүйесінің стандарттары мен жартылай өткізгіш аппараттық дизайн арасындағы байланысты түсіну жүйені жобалау және

оңтайландыру тұрғысынан өте маңызды. Бұл мақалада кеңейтілген WiFi жүйелеріндегі РЖ алдыңғы дизайн талаптарына назар аударылады.[3] Мобильді құрылғы шлюзге қосылып, барлық үй құрылғыларынан келетін Wi-Fi пакеттерін анықтап және олардың сигнал күшін өлшейді. Екінші бөлік үйдегі барлық құрылғылардың орнын бағалау үшін барлық сигнал күші өлшемдерін қолданатын алгоритм болып табылады. Содан кейін МаріFi үй кеңістігін сол кеңістіктегі нүктелер ретінде белгіленген құрылғылары бар координаттар жүйесі ретінде көрсетеді.



1.5-сурет – МаріFi арқылы үйдің ішіне радиосигнал тарату арқылы құрылғыларды картада орналастыру



1.6-сурет – Пәтер ішіндегі Wi-Fi сигналының таралу картасы

Мысалға смартфондар қазір миллиондаған пайдаланушылар үшін Интернетке қол жеткізуге арналған басты мобильді құрылғылар болып табылады. Интернетке кіру үшін бірнеше технологиялар бар ,бірақта IEEE 802.11 негізіндегі WiFi технологиясы барлық мобильді құрылғылар үшін негізгі процесс болып табылады [3].

2 Wi-Fi технологиясының қауіпсіздігін арттыру және сигнал сапасын жақсарту жолдары

2.1 Wi-Fi қауіпсіздік хаттамаларының эволюциясы. WEP, WPA, WPA2 және WPA3 технологияларын салыстырмалы талдау

[5] Бұл мақалада Wi-Fi сымсыз желілеріне арналған. Wi-Fi-бұл заманауи сымсыз технология. Мақалада олардың жылдар бойы дамуы мен өзгешелеіктері туралы қысқаша ақпарат берілген, қолдану салалары және негізгі параметрлері жөнінде айтылған. Байланыс мәселелерін шешу үшін жасалған құрылымдар осы қателіктер ықтимал салдары зерттелді. Жоспарлау кезінде ескеру қажет негізгі ойлар мен жобалау кезінде назар аудару керек маңызды жайттар жөнінде айтылды. Wi-Fi қауіпсіздік хаттамалары, олардың жасалу тарихы және оларды жасау себептері зерттелді [5].

Ғылым мен техниканың дамуы нәтижесінде жаңа протоколдар пайда болуы мен өзгеруі, олардың қолданылу салалары және олардың кемшіліктері туралы айтылды. Мақалада WEP, WPA, WPA2 және WPA3 модельдерінің жақсы және әлсіз жақтары қарастырылады. Сонымен бірге, мақалада протоколдарды пайдалану мүмкіндіктері және олардың ерекше сипаттамалары түсіндіріледі. Сымсыз желіге кіру нүктесі-бұл сіздің сымсыз желіңіз қол жеткізе алатын аймақ.

Сіздің платформаларыңыз "эквиваленттілік" терминін біртұтас әуежайлар мен кафе құпия сөздері сияқты бір қоғамдық жерде сымсыз желі сұрауларына сілтеме жасау үшін жиі пайдаланады[13]. Мақаланың негізгі мақсаты-Wi-Fi, оның тиімділігі, артықшылықтары мен зияны және оның қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін Wi-Fi қауіпсіздік протоколдары туралы ақпарат алғысы келетін жоғары курс студенттері мен магистранттар үшін ақпарат көзін беру. Сонымен қатар, бұл мақала емтихандарға, курстарға және ғылыми жұмыстарға дайындалып жатқан студенттерге қысқаша нұсқаулық бола алады. Сонымен қатар, Wi-Fi қауіпсіздік протоколдары туралы білгісі келетін кез келген адам осы мақаланы пайдалана алады.[5] Wi-Fi-ның көптеген артықшылықтары бар. Сымсыз кабельдер арзан және пайдалану оңай [13]

Wi-Fi-Wireless Fidelity көмегімен қысқартылған сымсыз желі түрі. 1971 жылы Гавайи университетінің желілік жүйесі ALOHAnet Wi-Fi желісінің басталуын қамтыды. Жоба ретінде жасалған ALOHA желісі Гавайи университетінің төрт бөлек кампусын сәтті дамытуда [5].

Кең мағынада сымсыз қауіпсіздік шифрлауы төрт негізгі санатқа бөлінеді:

- Wi-Fi қорғалған қол жеткізу протоколдары (WPA) және сымды эквивалентті құпиялылық протоколы (WEP)
- Wi-Fi 2 қорғау протоколы (WPA2)
- Wi-Fi 3 қорғау протоколы (WPA3)

Қазіргі уақытта WEP, WPA және WPA2 Wi-Fi қауіпсіздік протоколдары ең көп таралған.

Эквивалентті сымды құпиялылық протоколы (WEP) IEEE Wireless Fidelity (Wi-Fi) 802.11 b қауіпсіздік протоколы WEP (Wired Equivalent Privacy) ретінде белгілі. Бұл стандарт әдетте сымды жергілікті желіден күтілетін сымсыз жергілікті желінің (WLAN) қауіпсіздігі мен құпиялылығын қамтамасыз етуге арналған [5].

Сымсыз берілетін деректерді шифрлау арқылы Wired Equivalent Privacy (WEP) протоколы физикалық сымды желімен салыстыруға болатын қауіпсіздікті қамтамасыз етеді. Бүгінгі таңда сымсыз жергілікті желі (Wi-Fi) телекоммуникацияның ең жылдам дамып келе жатқан сегменті болып табылады. Соңғы уақытта сымсыз технологияларға негізделген мобильді құрылғыларға сұраныс артты [13]. Деректерді шифрлау клиенттер мен кіру нүктелері арасында болатын сымсыз байланыстарды қорғайды. WEP сымсыз деректерді беру қосулы кезде, жергілікті желінің қауіпсіздігі және деректердің құпиялылығы механизмдері қорғалады.

Құпия сөзді қорғау, Толық шифрлау, виртуалды жеке желі және аутентификация — олардың бір бөлігі.

Сымсыз желі протоколдары ұсынатын негізгі желілік қауіпсіздік мүмкіндіктері болып табылады [5]:

- Құпиялылықты сақтау;
- Деректердің құпиялылығын қамтамасыз ету;
- Идентификация;

2018 жылдың маусымында Wi-Fi Alliance WPA 3 туралы жариялады. 2020 жылдың шілдесінде бұл Wi-Fi сертификатталған қосымшалар үшін қажет болды. WPA 3 қауіпсіздігі WPA-ның басқа нұсқаларына қарағанда жоғары. WPA 3-те Galois/counter mode (GCM) протоколы ccmr протоколын ауыстырды. WPA 3 AES кілттерінің ұзындығын ұлғайтқаннан кейін 128 немесе 192 биттік кілттерді қолдана бастады. Құрылғылар мен маршрутизаторлар арасында криптографиялық кілттермен алмасу процесінде хэштелген хабарламалардың 384 биттік аутентификациясы қолданылады [5].

Жақын арада сымсыз желілер соншалықты кең таралуы мүмкін, сондықтан Интернетке кез келген жерден және кез келген уақытта кіру үшін ешкім сымдарды қажет етпейді [13].

Сонымен қатар, оның Wi-Fi қауіпсіздігін жақсартатын, криптографиялық төзімділікті арттыратын және сенімді аутентификацияны қамтамасыз ететін қосымша мүмкіндіктері бар. WPA-ның барлық үш буынына ортақ нәрсе-ұйымдар бұл стандарттарды екі жолдың бірімен жүзеге асыра алады:

WPA алдын ала ортақ кілті немесе WPA жеке кілті: WPA-PSK жүйесін пайдалану оңай және әрбір пайдаланушыға шағын желілерде немесе үйлерде бірдей құпия сөзді пайдалануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, егер

құрылғы бұзылған болса, желідегі барлық құрылғылар құпия сөздерді өзгертуі керек [5].

2.2 Wi-Fi сигналдарын күшейтудің теориялық негіздері

Wi-Fi (Wireless Fidelity) — IEEE 802.11 стандарттарына негізделген сымсыз деректерді беру технологиясы. Бұл технология радиотолқындар арқылы құрылғылардың интернетке және жергілікті желіге қосылуына мүмкіндік береді. Қазіргі таңда Wi-Fi технологиясы үй, кеңсе, білім беру мекемелері мен қоғамдық орындарда кеңінен қолданылады, себебі ол пайдаланушыларға еркін қозғалуға және сымды қосылымға тәуелді болмауға жағдай жасайды.

Wi-Fi сигналы электромагниттік толқындар түрінде 2.4 ГГц және 5 ГГц жиіліктерінде таралады. 2.4 ГГц жиілігі кең аумақты қамтиды, бірақ ол сигналдардың бөгеттер арқылы өту қабілеті жоғары болғанымен, кедергілерге де осал келеді (мысалы, басқа құрылғылардың интерференциясы). Ал 5 ГГц жиілігі деректерді жоғары жылдамдықпен жеткізгенімен, оның таралу қашықтығы мен бөгеттерден өту қабілеті төмендеу.

Wi-Fi сигналының сапасы мен сенімділігіне бірнеше фактор әсер етеді:

1. Қашықтық. Сигнал қуаты құрылғы мен маршрутизатор арасы алыстаған сайын экспоненциалды түрде төмендейді.
2. Физикалық кедергілер. Қабырғалар, есіктер, жиһаздар және адамдар сигналдың өшуіне себеп болады. Сигналдың бұл объектілермен өзара әрекеттесуі – шағылу, сыну, сіңіру және дифракция арқылы жүреді.
3. Интерференция. Басқа Wi-Fi желілері, Bluetooth құрылғылары, микротолқынды пештер сияқты құрылғылар бір жиілікте жұмыс істеп, сигналдың сапасын төмендетуі мүмкін.
4. Құрылғының антенна конфигурациясы мен қуаты. Қуатты антенналар мен озық сигнал өңдеу алгоритмдері сигнал тарату тиімділігін арттырады.

Wi-Fi сигналындағы энергия жоғалуы немесе әлсіреуі - бұл сигналдың бастапқы қуатымен салыстырғанда қабылдау нүктесінде азаюын сипаттайтын құбылыс. Ол дБ (децибел) бірлігінде өлшенеді және төмендегідей факторларға байланысты өседі:

- Қашықтықтың артуы;
- Толқынның сіңірілуі немесе шағылуы;
- Арнаның орташа шығыны.

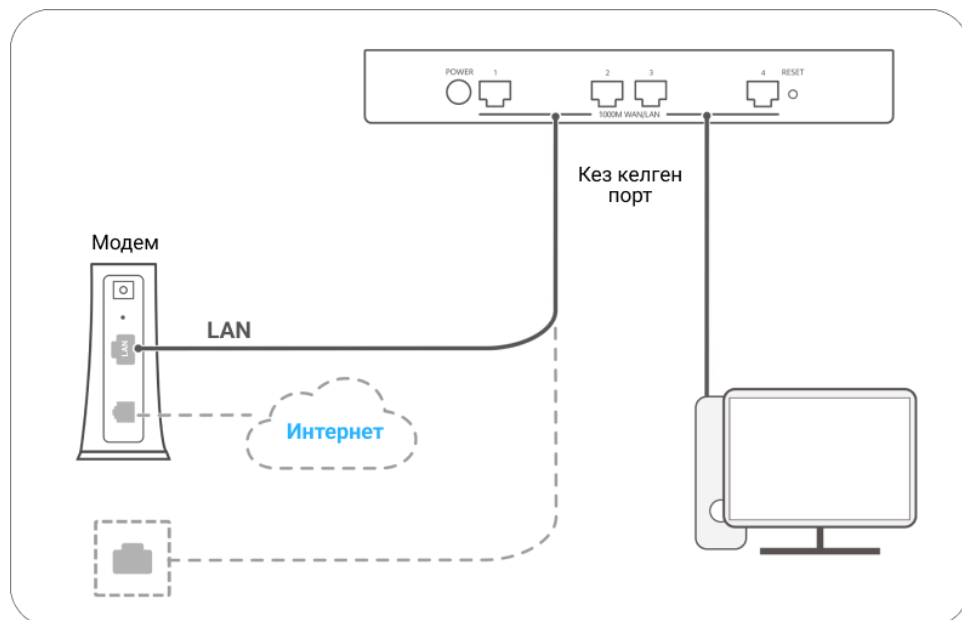
Huawei AX3 маршрутизаторы — заманауи екі диапазонды Wi-Fi маршрутизаторы, ол Wi-Fi 6 (802.11ax) стандартын қолдайды. Бұл стандарт:

- Бір уақытта бірнеше құрылғымен тиімді жұмыс істеуді (OFDMA және MU-MIMO технологиялары арқылы);
- Арна өткізу қабілетін арттыруды;

- Энергияны үнемдеуді;
- Кідірісті азайтуды;
- қамтамасыз етеді.

Huawei AX3 маршрутизаторы қуатты сыртқы антенналармен жабдықталған, бұл оған сигналды кең аумаққа тұрақты таратуға мүмкіндік береді. Бұл құрылғыны орнату үлкен үй-жайларда, қабырғалары қалың ғимараттарда немесе бірнеше қабатты пәтерлерде Wi-Fi сигналын жақсарту үшін тиімді шешім болып табылады.

Сонымен қатар, Wi-Fi сигналын күшейту үшін қосымша құрылғылар – репитерлер (қайталатқыштар), mesh-жүйелер және Wi-Fi күшейткіштер (booster/amplifier) қолданылады. Бұл құрылғылар негізгі маршрутизатор сигналын қабылдап, оны кең аумаққа таратады, осылайша "өлі нүктелердің" алдын алады.



2.1-сурет – Күшейткіштің жұмыс жасау принципі

2.1 - сурет желіге қосылу схемасын көрсетеді. Мұнда маршрутизатор (роутер) арқылы интернетке және жергілікті құрылғыға (мысалы, компьютерге) қосылу үдерісі бейнеленген. Бұл схема — кабельдік интернет қосылымының стандартты мысалы. Құрылғылар интернетке маршрутизатор - LAN кабелі - коммутатор/панель - құрылғы тізбегі арқылы қосылады.

Мұндай шешім кеңселерде немесе кәсіби ортада жиі қолданылады, себебі ол жоғары жылдамдық пен тұрақты қосылуды қамтамасыз етеді.

2.3 Wi-Fi сигнал күшейткіштерінің жұмыс принципі

Wi-Fi сигнал күшейткіштері (Wi-Fi boosters, repeaters, extenders) — бұл құрылғылар сымсыз желінің қамту аймағын кеңейту және әлсіреген немесе жетпейтін Wi-Fi сигналдарын жақсарту үшін қолданылады. Олар үйдің немесе ғимараттың әртүрлі аймақтарында тұрақты және сенімді сымсыз байланыс орнатуға көмектеседі.

Wi-Fi сигнал күшейткішінің негізгі функциясы - маршрутизатордан келетін сигналды қабылдап, оны өңдеп және қайта тарату. Бұл процесс үш негізгі кезеңнен тұрады:

- Сигналды қабылдау – құрылғы негізгі Wi-Fi маршрутизатордан әлсіз сигналды қабылдайды;
- Қайта өңдеу - алынған сигнал өңделіп, оның жиілігі мен модуляциясы өзгермей сақталады;
- Қайта тарату - құрылғы сол сигналды күшейтіп, оны басқа аймақтарға таратады.

Кесте 2.1 - Wi-Fi желісінің қамту аймағын кеңейту технологияларының түрлері мен ерекшеліктері

Түрі	Сипаттамасы	Артықшылықтары	Кемшіліктері
Wi-Fi репитер (repeater)	Негізгі сигналды қайталап таратады	Қарапайым орнату, арзан баға	Желі жылдамдығы екі есе төмендеуі мүмкін
Wi-Fi экстендер (range extender)	Қабырға арқылы сигналды алысқа таратады	Қамту аймағын едәуір кеңейтеді	Орналастыру қиын, бөлек SSID болуы мүмкін
Wi-Fi күшейткіш (booster)	Репитер мен экстендердің гибриді	Кешенді қамту, жақсы жылдамдық	Бағасы жоғары болуы мүмкін
Mesh жүйелері	Бірнеше модульді құрылғылар бір желі астында жұмыс істейді	Кең үй-жайларда үздіксіз интернет	Қымбат, күрделі жүйе

Бұл процесс арқасында үйдің немесе офистің "өлі аймақтарында" интернет қолжетімді болады.

Wi-Fi сигнал күшейткіштерінің бірнеше түрі бар, олар атқаратын функциясы мен қосылу тәсіліне байланысты ерекшеленеді.

Wi-Fi күшейткіштен максималды нәтиже алу үшін оны дұрыс орналастыру өте маңызды. Бұл құрылғыларды:

- Негізгі маршрутизатор мен "өлі аймақтың" арасында орналастыру қажет;
- Кедергісіз және ашық жерге қою ұсынылады (мысалы, дәліз, баспалдақ алаңы);
- Құрылғыны қабырғадан немесе металл заттардан алшақ ұстау керек;
- Сигналдың кіру және шығу бағытын ескеру қажет – ол екі жаққа да жақсы таралуы тиіс.

Wi-Fi сигнал күшейткіштері мынадай жағдайларда тиімді:

- Қалың бетон қабырғалары бар үйлерде;
- Екі немесе одан көп қабатты ғимараттарда;
- Wi-Fi маршрутизаторы бір шетте орналасқан жағдайда;
- Құрылғылар саны көп болған кезде (интернетті бір уақытта қолданатын);

Сыртқы аумақта Wi-Fi қажет болғанда (балкон, бақша, гараж).

Wi-Fi сигнал күшейткішін таңдағанда келесі сипаттамалар маңызды:

- Қолдайтын Wi-Fi стандарты: Wi-Fi 4 (802.11n), Wi-Fi 5 (802.11ac), Wi-Fi 6 (802.11ax)
- Жиілік диапазоны: 2.4 ГГц, 5 ГГц немесе екеуі бірдей (dual-band)
- Сигнал күшейту қуаты (dBm) және антенналар саны
- Қолдау көрсететін өткізу жолағы (Mbps немесе Gbps)
- Ethernet портының болуы (кейбір модельдерде бар)

2.4 Huawei AX3 маршрутизаторының ішкі құрылысы және қайталағыш режиміндегі жұмыс алгоритмі

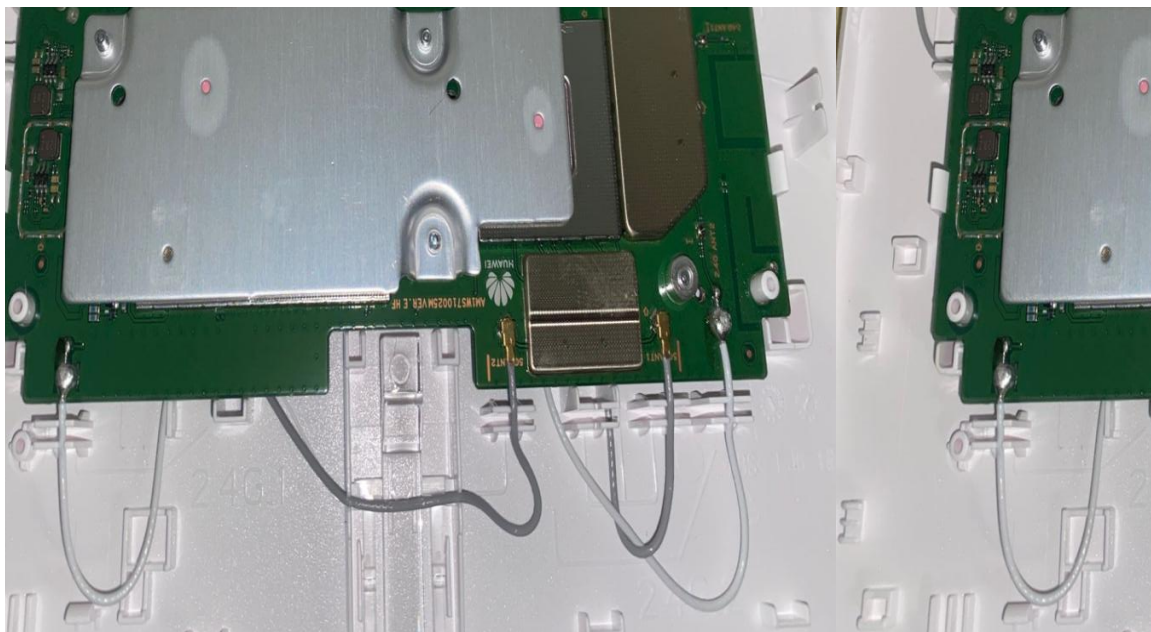
Заманауи Huawei X3 маршрутизаторы Wi-Fi 6 (802.11 ac) стандартын қолдайды және негізгі маршрутизатор ретінде де, сигнал күшейткіші ретінде де жұмыс істей алады. Екінші жағдайда, құрылғы бар Желіге қосылу және сигналды қайталау арқылы қамтуды кеңейту арқылы қайталағыш рөлін атқарады.

AX3 қайталағыш режимінде қолданылатын алгоритм келесідей:

- Антенналардың бірі желінің негізгі Wi-Fi сигналын қабылдайды.
- Оны жүйеге енгізілген екі немесе төрт ядролы Gigahome процессоры арқылы өңдейді
- Сигналды эфирге жіберу сол немесе жаңа SSID көмегімен жаңа қамту аймағын құруға мүмкіндік береді.

Құрылғы екі жиілік диапазонын (2.4 және 5 ГГц), сондай-ақ MU-MIMO және ofdma технологияларын қолдау арқылы 3000 Мбит/с дейін жоғары деректер жылдамдығын қолдайды, бұл көптеген клиенттерге бір уақытта өзара кедергісіз қосылуға мүмкіндік береді.

Huawei AX3 маршрутизаторының ішіндегі көп қабатты плата құрамында радиожиілік жолдарының элементтері, коммутация, сүзу және қуатты басқару модульдері бар.



2.2-сурет – Маршрутизатор құрылымының ішкі көрінісі

Төменде тақтаның кескініне негізделген құрылғының негізгі компоненттері берілген:

- Трансформаторлары бар Ethernet порттары (Рое/магниттік оқшаулағыштар). Тақтаның жоғарғы жағында төрт RJ45 (LAN/WAN) қосқышы бар және олардың жанында "MOC H2038DG" деп белгіленген қара модульдер бар. Бұл желілік трансформаторлар Ethernet контроллері мен бұралған жұп арасындағы кедергілерді гальваникалық ажыратуды және сәйкестендіруді орындайды. Олар сонымен қатар паразиттік кеңестерді сүзеді.

- Экраны бар радиожиілік модуляторлары. Маршрутизатордың негізгі чипінің ішінде сол жақ экран бар, HiSilicon, Gigahome чипсеті, мысалы, Hi5651t немесе Hi6501, онда процессор, радио және интерфейстер бар. 2,4 ГГц және 5 ГГц диапазонында радиожиілікті күшейту модульдері (Power Amplifier) және қабылдау каскадтары (Low Noise Amplifier) оң жақ экранда тұрады.

- Антенналар және коннекторлар. Тақтаның төменгі жағында құрылғының қосылған және сыртқы антенналарына бекітілген төрт коаксиалды кабель орналасқан. Бұл бөліну Wi-Fi 6 (802.11 ac) стандартына сәйкес келетін 2,4 ГГц және 5 ГГц байланыстың екі диапазонын және қос диапазонды MIMO конфигурациясын енгізуді көрсетеді.

Осылайша, Huawei AX3 маршрутизаторына заманауи Wi-Fi күшейткішінің негізгі құрамдас бөліктері болып табылатын радиобақылау процессоры, антенналық сымдар, экрандау элементтері, коммутация түйіндері

және сүзу және күшейту каскадтары кіреді. Құрылғы жоғары интеграцияның арқасында үй және кеңсе сымсыз желілері үшін жақсы жұмыс істейді, бұл көптеген қосылыстар мен жоғары жүктеме кезінде де құрылғының тұрақты жұмысына кепілдік береді.

2.5 Сигналды күшейтудің математикалық негіздері

Сигналды күшейту – кіріс сигналдың қуатын жоғарылатып, қабылдағыш немесе келесі өңдеу блогына жеткізу үшін жеткілікті деңгейге көтеру процесі. Бұл процесс көбіне төмен жиілікті немесе әлсіз сигналдарды пайдалану кезінде маңызды.

Радиотехникада сигнал күші әдетте децибелмен (дБ) көрсетіледі, оны келесі формула арқылы табуға болады:

$$G = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P_w}{P_k} \right) \quad (2.1)$$

G -күшейткіш коэффициенті,дБ

P_w -кіріс сигнал қуаты

P_k -шығыс сигнал қуаты

Егер кернеу пайда болса,келесі формула:

$$G = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{V_w}{V_k} \right) \quad (2.2)$$

G -күшейткіш коэффициенті,дБ

V_w -шығыс сигнал кернеуі

V_k -кіріс сигнал кернеуі

Wi-Fi құрылғыларында (мысалы, Huawei AX3) Power Amplifier (PA) – жіберу кезінде сигналды күшейту үшін, ал Low Noise Amplifier (LNA) – қабылдау кезінде әлсіз сигналдарды сапалы түрде күшейту үшін қолданылады.

PA және LNA жұмысы мына формуламен сипатталады:

$$V_{\text{шығ}} = A_v \cdot V_{\text{кір}}, \quad (2.3)$$

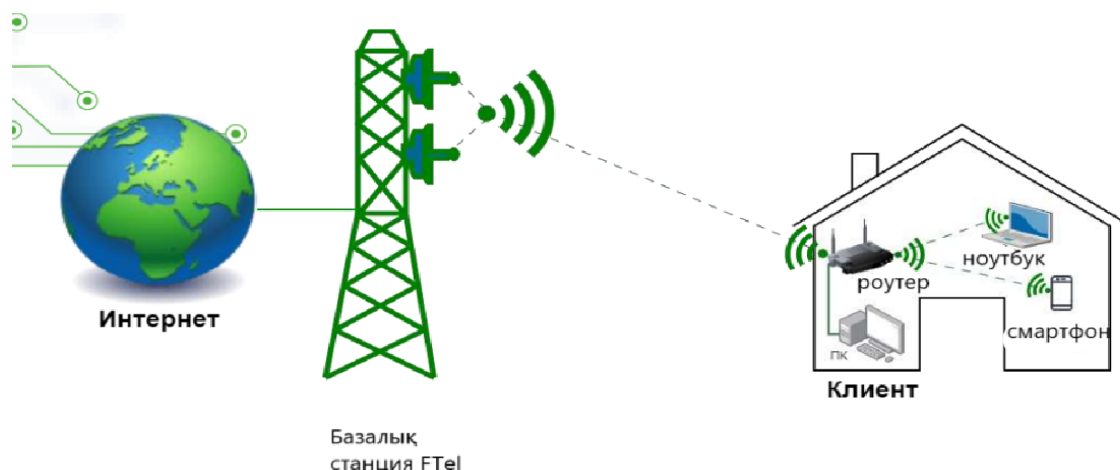
мұндағы A_v – кернеуліккүшейтукоэффициенті.

2.6 FWA технологиясының жұмыс істеу принципі және қолдану ерекшеліктері

FWA (Fixed Wireless Access)- интернетке тікелей сымсыз қол жетімділік.

Бұл технология оптикалық кабельдер немесе кез-келген байланыс арқылы қызметтерді алудың техникалық мүмкіндігі жоқ абоненттер үшін сымсыз кең жолақты қол жетімділікті қамтамасыз ететін технология.

Арнайы 4,7 және 4,9 ГГц жиіліктерінде жұмыс істейтін розеткадан (CEE) қуат алуға арналған маршрутизаторлар қолданылады. Бір желі дәстүрлі бекітілген шешімдермен бәсекелесуге мүмкіндік беретін деректерді берудің жоғары жылдамдығын қамтамасыз етеді. Құрылғыларда Esim бар, оны арнайы Freedom AIR тарифіне қосуға болады.



2.3-сурет – Freedom AIR технологиясы

FWA артықшылығы.

Жылдам қосылу:

- Интернетті 1-2 күн ішінде, тез монтаждық жұмыстарсыз-ақ қосуға болады.

Артық ұзын сымдар мен қолайсыз жөндеу жоқ:

- Қабырғалар тесілмейді, үйде кабельдер болмайды ұқыпты әрі жинақы тұрады.

Оптикалық кабельдер жоқ жерде де жұмыс жасайды:

- Алыс жердегі үйлерге, жаңа ашылған ғимараттарға немесе кабельдік интернет әлі өткізілмеген аудандарға жарамды.

Логистика процессі:

- Құрылғыны жылжыту кезінде өзіңізбен бірге алып, кабельді қайта салмай-ақ жаңа жерге қосуға болады.

Заманауи жабдықтар:

- Көлемі ыңғайлы Wi-Fi модемі.

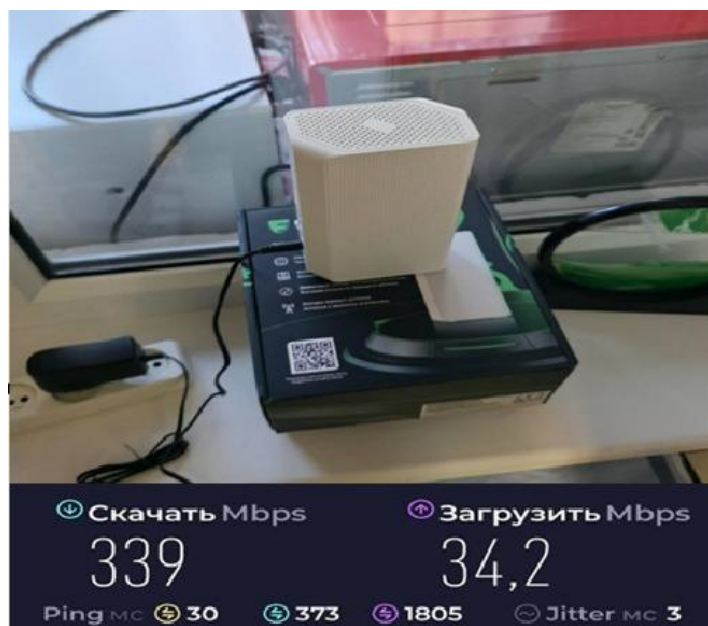
FWA қосылуы екі түрге бөлінеді Outdoor және Indoor:



2.4-сурет – Тұрғын үй ішіндегі (Indoor) FWA байланыс схемасы



2.5-сурет – Базалық станциядан CPE-Outdoor құрылғысы арқылы үйге сымсыз интернет тарату схемасы



2.6 -сурет – Қонаев қаласындағы FWA технологиясымен қосылған алғашқы клиент

Кесте 2.1 – Провайдерлер мүмкіншіліктері

Провайдерлер	Kcell	Altel	Tele2	Freedom Telecom
Қолданылатын желілер	4G и 5G	4G и 5G	4G и 5G	4G и 5G
Максималды жылдамдық	1000 мбит/с	1000 мбит/с	1000 мбит/с	Indoor – 1000 мбит/с Outdoor – 2400 мбит/с
Қашықтық	100 м дейін	100 м дейін	100 м дейін	100 м дейін
Қабыллау құрылғылар саны	64	64	32	64
Роутер бағасы	32990 тенге	алғашқы 2 ай 1тг 3 ші айдан - 2 000тг	37990 тг	Indoor – 1 000 тг Outdoor – 1 500 тг
Контракт	36 ай	жоқ	жоқ	жоқ

Қонаев қаласында алғашқы абонент тіркелген: тұрақты сымсыз байланыс желісіне (FWA) қосылды.

Клиент бірінші қабатта тұрады. Базалық станцияға дейінгі қашықтық — 320 метр. Сигнал жолында бір ғимарат, бірнеше ағаш және пәтердің сыртқы қабырғасы бар. Құрылғы базалық станция жаққа қараған терезе маңына орнатылған.

Қолданылған құрылғы: Tozed Kangwei / ZLT X100 PRO.

Жүктеу жылдамдығы — 339 Мбит/с, кері жүктеу (upload) — 34,2 Мбит/с.

Сигнал деңгейі — 5 балдық шкаланың 4 деңгейінде.

Қосылу уақыты — 10 минут, орнату орнын таңдауды қоса есептегенде [14].

Бұл — Freedom Telecom компаниясының алғашқы клиенті туралы мәлімет.

2.7 ESP32 негізіндегі сымсыз репиторды жобалау және іске асыру

ESP32 – бұл шағын өлшемді, бірақ қуатты техникалық мүмкіндіктерге ие заманауи микроконтроллер. Ол өз құрылымында жоғары жылдамдықты екі ядролы процессормен қатар, Wi-Fi және Bluetooth сияқты сымсыз байланыс модульдерін біріктіреді. Бұл мүмкіндік құрылғыны сымсыз желіге қосуға және қашықтан деректер алмасуға жол ашады. ESP32 түрлі датчиктермен, құрылғылармен өзара әрекеттесе алады және шынайы уақыт режимінде деректерді өңдеуге қабілетті. Соның нәтижесінде ол заттар интернеті (IoT) саласында, ақылды үй жүйелерінде, өндірістік автоматтандыруда, сондай-ақ сымсыз сенсорлық желілер мен тұрмыстық электронды құрылғыларды басқару жүйелерінде кеңінен қолданыс табады. Оның бағасының қолжетімділігі, көпфункционалдығы және кең ауқымды кітапхана қолдауы бағдарламалаушылар мен инженерлер арасында үлкен танымалдылыққа ие болуына себеп болып отыр.

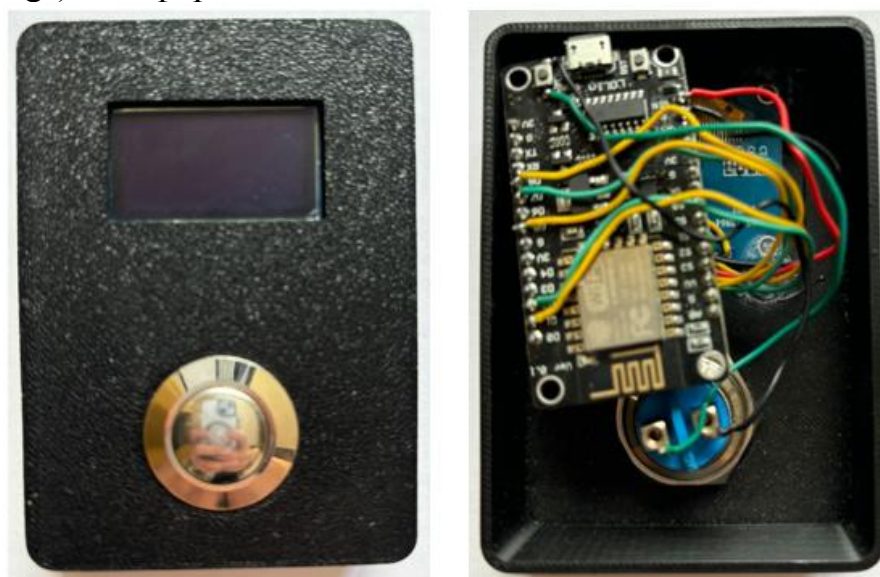
Кесте 2.2 - Esp32 параметрлері

Параметрлері	Мәні
Процессор	2 ядролы Tensilica Xtensa LX6, 240 МГц
Wi-Fi	802.11 b/g/n (2.4 ГГц)
Bluetooth	Classic және BLE (Bluetooth Low Energy)
Жедел жады (RAM)	520 КБ
Флеш жады	4 МБ (әдетте), кеңейтуге болады
GPIO порттары	30+ кіріс/шығыс порттары
Аналогтық кіріс (ADC)	Иә (12 биттік), бірнеше арна
Сымсыз байланыс	Wi-Fi арқылы деректер жіберу және қабылдау
Бағдарламалау тілі	Arduino IDE, MicroPython, ESP-IDF



2.7-сурет – Esp32 микроконтроллері

ESP32 микроконтроллері, дәлірек айтсақ, ESP32 DevKit V1 тақтасы. Бұл — кеңінен қолданылатын, қуатты және функционал мүмкіндіктері мол IoT (Internet of Things) платформасы.



2.8-сурет – 2.4 Гц-ті репитер

Бұл репитордың құрамында Esp32 микроконтроллері, Oled 128x64 дисплейі, tp4056 қуат алу модулі бар. Негізгі жұмыстар Arduino бағдарламасында жүргізілді.

```

sketch_may17a.ino
1  #include <GyverOLED.h>
2  #include "WM.h"
3
4  // Переменные состояния
5  bool RepeaterIsWorking = true; // Флаг работы репитера
6  int ledState = LOW; // Текущее состояние светодиода
7  unsigned long previousMillis = 0; // Время последнего изменения состояния светодиода
8  long delay_time = 0; // Интервал мигания светодиода (в мс)
9
10 // Настройки мигания светодиода:
11 // - 200 мс если подключен к роутеру
12 // - 1 сек если веб-сервер активен
13 // - выключен если ошибка репитера
14 // - горит постоянно при попытке подключения к роутеру
15
16 // Инициализация OLED дисплея
17 GyverOLED<SS1106_128x64, OLED_BUFFER, OLED_SPI, D8, D2, D1> oled;
18
19 // Проверка поддержки NAT (Network Address Port Translation)
20 #if LWIP_FEATURES && !LWIP_IPV6
21
22 // Настройки сетевого дампа (для отладки)
23 #define HAVE_NETDUMP 0
24 #include <lwip/napt.h>
25 #include <lwip/dns.h>
26 #include <lwipDhcpServer.h>
27
28 #define NAPT 1000 // Максимальное количество NAT записей
29 #define NAPT_PORT 10 // Количество портов для NAT
30
31 #if HAVE_NETDUMP
32 #include <NetDump.h>
33
34 // Функция для дампа сетевого трафика
35 void dump(int netif_idx, const char* data, size_t len, int out, int success) {

```

2.9-сурет – Репитордың қосылу коды



2.10-сурет – Берілген IP-адрес

Вайфай Репитер паракшасы

Сканерлеу

табылган вайфайлар

Вайфайды танданыз:

пароль

WiFi Репитер

Репитер аты:

Бастау

Вайфай Репитер паракшасы

Сканерлеу

табылган вайфайлар

Вайфайды танданыз:

- Freedom Telecom<
- Freedom Telecom<
- CXNK00553938<
- KZTK-30265_2.4G<
- Freedom Telecom<
- DIRECT-27-HP 4103dw LJ<
- bakensky
- Freedom Telecom<
- MikroTik-58F3CA<
- Freedom Telecom<
- Freedom Telecom<

пароль

WiFi Репитер

Репитер аты:

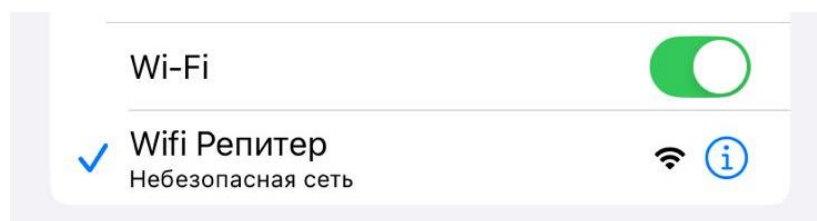
Бастау



2.11-сурет – IP-адрес бойынша ашылған репитер паракшасы



2.12-сурет – Сигналды қайталау керек роутерға қосылды



2.13-сурет – Wi-Fi-ға қосылды

2.8 Сымсыз желілердің қауіпсіздігі және Wi-Fi технологиясының ерекшеліктері

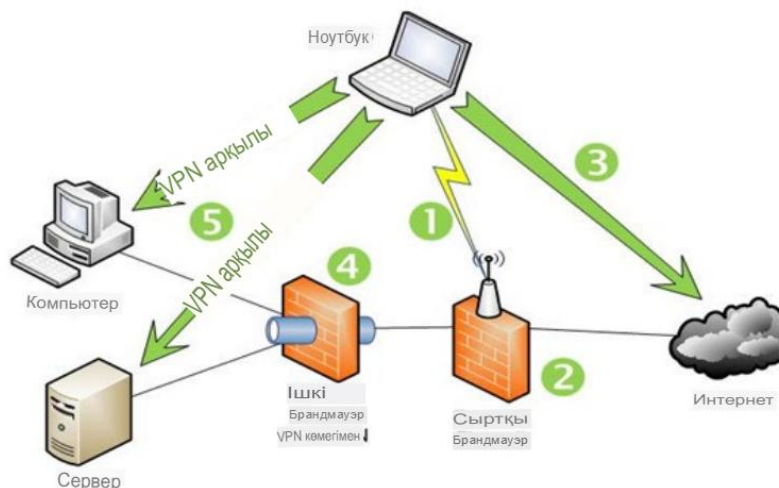
[8] Бұл зерттеу жұмысы сымсыз желілердің қауіпсіздігінің негізгі элементтерін қарастырады, сонымен қатар сымсыз желілерге қатысты осалдықтар мен қауіптерге мұқият талдау жасайды. Wi-Fi технологиясы бүкіл әлемде кең тарала бастағандықтан, құпия деректерді қорғау және желілік байланыстардың тұтастығын сақтау үшін сенімді қауіпсіздік шаралары қажет.

Бұл мақалада Wi-Fi желілерінде қолданылатын әртүрлі қауіпсіздік протоколдары қарастырылады, олардың қабілеттері бағаланады және рұқсатсыз кіру, деректерді ұстау және кибершабуылдар сияқты осы желілердің жалпы қауіптері анықталады. Құжат қолданыстағы Wi-Fi қауіпсіздік жүйелеріндегі ықтимал әлсіздіктерді қарастырады және осы мәселелерді шешудің әдістерін ұсынады. Бұл зерттеу Wi-Fi желісінің қауіпсіздігін жақсарту бойынша ағымдағы күш-жігерге көмектесу үшін техникалық және практикалық сұрақтарды зерттейді, екі бағытта да сенімді және қауіпсіз сымсыз байланыс орнатады. Заманауи әдістер мен құралдар орнет сияқты құралдарды қолдануға ерекше назар аудара отырып, ғылыми зерттеулерде тиімді екендігі дәлелденді. MANET және Орнет модельдеуін жүзеге асыруға қажетті жабдыққа қойылатын талаптарды көрсетеді [8].

Телекоммуникация саласындағы адамдар мен топтар Wi-Fi денсаулыққа ешқандай зиян келтірмейді және жасай алмайды дейді (Фостер мен Мулдер, 2013; Березов пен Блум, 2017)[7].

Алайда, Wi-Fi-ны қолданудың денсаулыққа тигізетін әсері туралы үлкен алаңдаушылық бар, өйткені Wi-Fi-ны қолдану кең таралуда және олардың көпшілігі біздің келісімімізсіз жүзеге асырылады [7].

Жастардың ЭМӨ әсеріне жоғары сезімталдығымен байланысты жас әсерлері бар екенін көрсететін зерттеулерді зерттеді. Бұл әртүрлі нәтижелер Wi-Fi желісін бүкіл елдегі мектептерге қосу біздің балаларымыздың, мұғалімдердің денсаулығына және мұғалімдердің кез келген өте сезімтал нәтижелеріне айтарлықтай қауіп төндіруі мүмкін екенін көрсетеді [7].

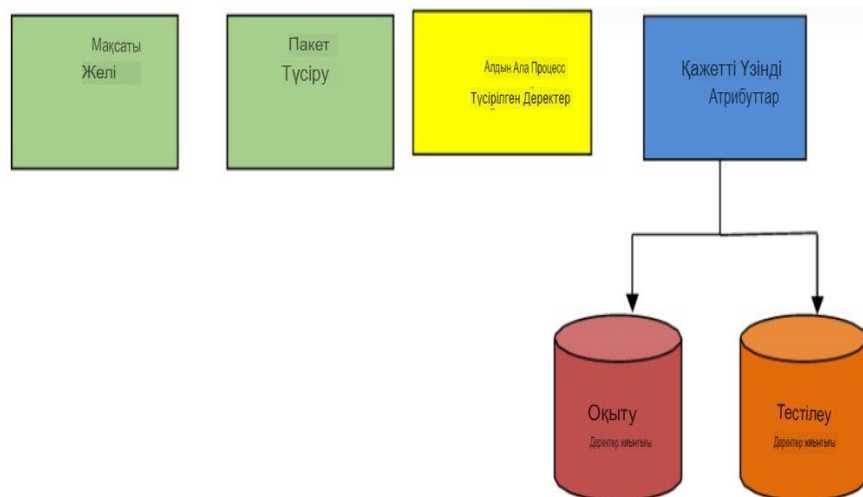


2.14-сурет – Үй ішіндегі желі схемасы

2.14 - суретте Wi-Fi қосылымдары көрсетілген. 30-40 метр радиуста байланыс орнату үшін маршрутизаторлар мен антенналардағы қабылдағыштар радио сигналдарын жібереді. Қосылу жылдамдығы көзге дейінгі қашықтыққа және қоршаған ортаға байланысты өзгеруі мүмкін. Wi-Fi Интернетке сымсыз қосылу үшін радио толқындарын пайдаланады, бұл құрылғыларға физикалық кабельдерді пайдаланбай қосылуға және байланысуға мүмкіндік береді.

Ол сымсыз кіру нүктесі немесе ноутбуктер мен смартфондар сияқты Wi-Fi қосылған құрылғыларға радио сигналдарын жіберетін маршрутизатор арқылы жұмыс істейді. Бұл құрылғыларды желіге қосу үшін SSID деп аталатын желі атауын таңдап, тексеру үшін құпия сөзді енгізу керек. Wi-Fi жиіліктерінің екі негізгі диапазоны: 2,4 ГГц, ол үлкен жылдамдықты қамтамасыз етеді, бірақ баяу жұмыс істей алады және 5 ГГц, бұл үлкен жылдамдықты, бірақ қысқа диапазонды қамтамасыз етеді.

Бөлменің ауқымы әдетте 30-40метр , бірақ оны торлы торлар немесе ұзартқыш сымдар арқылы арттыруға болады. Wi-Fi желілерін қорғау қажет, себебі ол деректерді қорғау және рұқсатсыз кіруді болдырмау үшін WPA2 немесе WPA3 сияқты шифрлау протоколдарымен қамтамасыз етіледі. Wi-Fi Интернет желілері Интернетке ыңғайлы және икемді қол жетімділікті қамтамасыз ететін үйлерден бастап қоғамдық орындарға дейін көптеген жерлерде қолданылады [8].



2.15-сурет – Пакетті түсіру процесінің құрылымы

Алдын ала өңдеу модулі желіден кіретін пакеттерді өңдейді және қажетті тапсырмаларды орындайды интрузияларды анықтау екі кезеңде жүзеге асырылады: оқыту және тестілеу. Екі кезеңге арналған деректер бір апта ішінде жиналады. Бастапқы оқу кезеңі бір апталық аралықты ескере отырып, кем дегенде бір апта болуы керек. Деректер әдетте осы шекараларға сәйкес келетіндіктен, ауытқу шегі алдын ала есептелген стандартты ауытқуға орнатылады. Сынақ және қате әдісі шығарындылар мен СР шектерін анықтау үшін қолданылады. Желінің мінез-құлқындағы өзгерістерді іздеу үшін тұрақты кезең қолданылады, бұл деректер тұрақты немесе қалыпты болып қалуы керек уақыт. Шекті мәндер деректер жиынындағы әрбір күн үшін орташа мәндерді орташалау арқылы анықталады. Деректерге қол жеткізудің көп болуына байланысты нақты уақыт режимінде әрбір деректер сұрауын бақылау қиын болуы мүмкін. Енуді анықтау (IDS) шабуылдаушыларды анықтау үшін қолданба сұрауларын, деректер сұрауларын немесе екеуін де бақылай алады [8].

2.9 Қайталағыштардың түрлері және Wi-Fi 7 технологиясының даму перспективалары

[9] Белсенді қайталағыштар пассивті қуат тұтынудан және күшейткіштер деп аталатын белсенді компоненттердің болмауынан ерекшеленеді. Пассивті қайталағыштар күшейткішті қажет етпейді, бірақ белсенді қуат көзі мен компоненттері. Ауа, ауа-райы немесе кедергілер сияқты нәрселер 4G желісінің сигнал беруіне кедергі келтіруі мүмкін. бұл мәселені шешу үшін бізге адамдар оны дұрыс қабылдауы үшін берілетін сигналды күшейтетін қайталағыш қажет.

Сигнал күшейткіші мен ұялы байланыс сәйкесінше 900 МГц және 1800 МГц жиіліктерінде жұмыс істейді. Ұялы құрылғылар қабылдаған Сигнал базалық станция мен мобильді станция арасындағы кедергілерге байланысты

сапасыз болуы мүмкін, мысалы, Құрылыс құрылымдары, әртүрлі материалдар немесе ұзақ қашықтық. Содан кейін бұл сигнал қайталағышқа коаксиалды түрде беріледі. Бұл қайталағышты сүзу үшін 800 МГц немесе 1800 МГц жиіліктегі жолақты сүзгі қолданылады. Коаксиалды канал арқылы реле үшін ішкі антеннаға жіберіледі. Ұялы байланыс технологиялары қарқынды дамып келеді, соның ішінде 2G, 3G және қазір 4G. 4G желілік жүйелері — бұл өткізу қабілеттілігін арттыратын және 1800 МГц жиілікте жұмыс істейтін 2G және 3G желілерінің кеңеюі. Ауа, ауа-райы немесе сигналдың берілуіне кедергі болатын кедергілер сияқты кейбір факторлар 4G желісінің сигнал беруіне кедергі келтіруі мүмкін. бізде сапалы сигнал алу үшін пайдаланушының сигналын күшейтетін қайталағыш болуы керек [9].

Қайталағыштар белсенді немесе пассивті болуы мүмкін. Қайталағыштардың бұл екі түрі қоректік заттарды тұтынумен және күшейткіш деп те аталатын белсенді компоненттің болуымен немесе болмауымен ерекшеленеді. Пассивті қайталағыштар белсенді элементті немесе күшейткішті қажет етпейді, бірақ белсенді қайталағыштар қуат көзін де, белсенді элементті де қажет етеді. Қуат көзі мен функционалды компонент қажет, оны күшейткіш деп те атайды. Сыртқы антенна, ішкі антенна, күшейткіш және тарату желісі белсенді қайталағыштың құрылымдық схемасын құрайды. Сонымен қатар, пассивті қайталағыштың құрылымдық схемасы үш бөліктен тұрады: тарату желісі, сыртқы және ішкі антенналар [9].



2.16-сурет – Белсенді және пассивті қайталағыш айырмашылығы

[10] Wi-Fi 7-нің негізгі сипаттамаларын, оның әртүрлі салаларға ықтимал салдарын және оны әзірлеу мен енгізудегі ағымдағы жетістіктерін қарастырады. Сонымен қатар, біз Apple, Intel, Qualcomm, Broadcom және MediaTek сияқты жетекші жабдық өндірушілерінің Wi-Fi 7 технологиясын дамыту мен біріктірудегі күш-жігерін қарастырамыз. 40 Гбит/с-қа дейін жетеді деп күтілетін деректер жылдамдығының жоғарылауы 9,6 Гбит/с болатын 6E Wi-Fi деректерінің максималды жылдамдығынан едәуір асып түседі, бұл Wi-Fi 7-нің ең көрнекті сипаттамаларының бірі. Жетілдірілген модуляция схемалары, кеңірек арна өткізу қабілеттілігі және көп кірісті және көп

Шығысты (MU-MIMO) мультиплеерді басқарудың жетілдірілген мүмкіндіктері осы жылдамдыққа қол жеткізді [10] .

Бұл инновациялық әдіс күту уақытын айтарлықтай қысқартады, бұл пайдаланушылардың тұрақты және жоғары сапалы тәжірибесін қамтамасыз етеді, әсіресе онлайн ойындар мен нақты уақыттағы байланыс сияқты уақытқа сезімтал қолданбаларда. Wi-Fi 7-дегі шектеулі мақсатты күту уақыты (RTWT) технологиясы маршрутизаторларға деректер трафигінің белгілі бір түрлері үшін өткізу қабілеттілігін сақтауға мүмкіндік береді, бұл желінің тиімділігін арттырады. Бұл мүмкіндіктің арқасында маңызды деректер ағындары жоғары басымдыққа ие, бұл кідірістің төмендеуіне және маңызды қолданбалардың жақсы өнімділігіне әкеледі. Техникалық мүмкіндіктеріне қарамастан, Wi-Fi 7 көптеген салаларға айтарлықтай әсер етеді. Мысалы, көлік құралдары (V2V) мен көлік инфрақұрылымы (V2I) арасындағы жылдам және сенімді байланыс автомобиль секторы үшін пайдалы болуы мүмкін. Оның тұтынушыларға да, өнеркәсіптік қосымшаларға да айтарлықтай әсері бұл жаңа технологияның қаншалықты маңызды екенін көрсетеді. Саланың ең ірі ойыншыларының ынтымақтастығы Wi-Fi 7 технологиясын нарыққа сәтті ілгерілету және енгізу үшін өте маңызды болады, өйткені стандарт дамуын жалғастыруда [10].

Wi-Fi Стандарты	Теориялық Шың Жылдамдығы (Гбит / С)	Шақырылған Жыл
Wi-Fi O	11 Мбит / С	1997
Wi-Fi 1	54 Мбит / С	1999
Wi-Fi 2	6,93 Мбит / С	2003
Wi-Fi 3	10,9 Мбит / С	2006
Wi-Fi 4	300 Мбит / С	2009
Wi-Fi 5	6,9 Гбит / С	2014
Wi-Fi 6	9,6 Гбит / С	2019
Wi-Fi 7	46 Гбит / С	2023

2.17 - сурет - Wi-Fi стандарттарының салыстырмалы сипаттамасы (1997–2023)

3 Сымсыз желі сигналын тарату тиімділігін арттыру әдістері

3.1 Сымсыз желі сигналының таралуын модельдеу және оңтайландыру

Сигнал көзіне дейінгі қашықтықты және қабырғалар сияқты физикалық кедергілердің болуын ескере отырып, үй ішінде Wi-Fi сигналының таралуын модельдеу үшін MATLAB тіліндегі бағдарламалық код жазылды.

Бөлмедегі Wi-Fi сигналының таралуын қарап және қабырғалардан қалай өтетінін қарап, алдағы уақытта жөндеу жұмыстары барысында ескеруге болады. Осының арқасында сигналдың қай аймақтарда әлсірейтінін анықтауға және қайталағыштар немесе желілік құрылғылар сияқты сигнал күшейткіштерін орнату үшін ең жақсы орындарды таңдауға болады.

```
Command Window
Warning: Ignoring extra legend entries.
clc; clear; close all;

% --- Параметры помещения ---
room_size = [20, 20]; % Размер помещения в метрах (X, Y)
resolution = 0.5; % Шаг сетки (м)
[xGrid, yGrid] = meshgrid(0:resolution:room_size(1), 0:resolution:room_size(2));

% --- Параметры маршрутизатора ---
router_x = 5; % Положение роутера по X
router_y = 10; % Положение роутера по Y
P0 = -30; % Сила сигнала на 1 м (дБм)
n = 3; % Коэффициент затухания среды
wall_loss = 8; % Потеря сигнала через 1 стену (дБ)

% --- Определим стены (в виде прямоугольников) ---
walls = [
    10, 0, 0.5, 12; % Стена 1: [x, y, width, height]
    10, 14, 0.5, 6 % Стена 2
];

% --- Расчет сигнала ---
signal = zeros(size(xGrid));

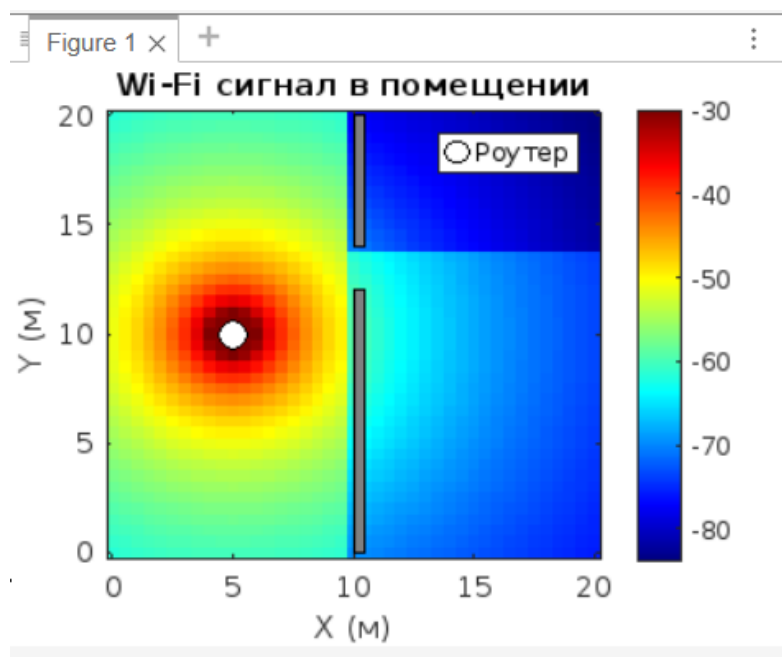
for i = 1:size(xGrid,1)
    for j = 1:size(xGrid,2)
        x = xGrid(i,j);
        y = yGrid(i,j);
        d = sqrt((x - router_x)^2 + (y - router_y)^2);
        if d < 1
            % Проверка: проходит ли луч через стену
            if wall(1) >= x1 && wall(1) <= x2 && wall(2) + wall(4) >= y1 && wall(2) <= y2
                wall_count = wall_count + 1;
            end
        end

        % Расчет сигнала
        signal(i,j) = P0 - 10 * n * log10(d) - wall_count * wall_loss;
    end
end

% --- Визуализация ---
figure;
imagesc(0:resolution:room_size(1), 0:resolution:room_size(2), signal);
set(gca, 'YDir', 'normal');
colormap jet;
colorbar;
title('Wi-Fi сигнал в помещении');
xlabel('X (м)');
ylabel('Y (м)');

% --- Отображение роутера и стен ---
hold on;
plot(router_x, router_y, 'ko', 'MarkerSize', 10, 'MarkerFaceColor', 'w');
for w = 1:size(walls,1)
    rectangle('Position', walls(w,:), 'FaceColor', [0.5 0.5 0.7], 'EdgeColor', 'k');
end
legend('Роутер', 'Местоположение стен');
```

3.1-сурет – MATLAB ортасында Wi-Fi сигналын модельдеу скрипті



3.2-сурет – 20x20 бөлмедегі сигнал таралуы

Сигналдың әлсіреуі осы формуламен есептеледі:

$$P(d) = P_0 - 10 \cdot n \cdot \log_{10}(d) - W \cdot L \quad (3.1)$$

мұндағы:

P_0 – 1 метрға қуат күші

n – қоршаған орта коэффициенті (негізі 2-4)

d - арақашықтық

W - қабырға саны

L – 1 қабырғаға әлсіреу (дБ)

Зерттеу нәтижесінде картадан қабырғадан кейін сигналдың әлсіреуін көре аламыз, роутердан алыс жерлерде сигнал -70дБ-ға дейін байқай аламыз, сондықтан бұл бөлмеде күшейткіш немесе репитер қою қажеттілігін байқаймыз.

3.2 Репиторды қолдану арқылы сигнал қамту ауқымын кеңейту

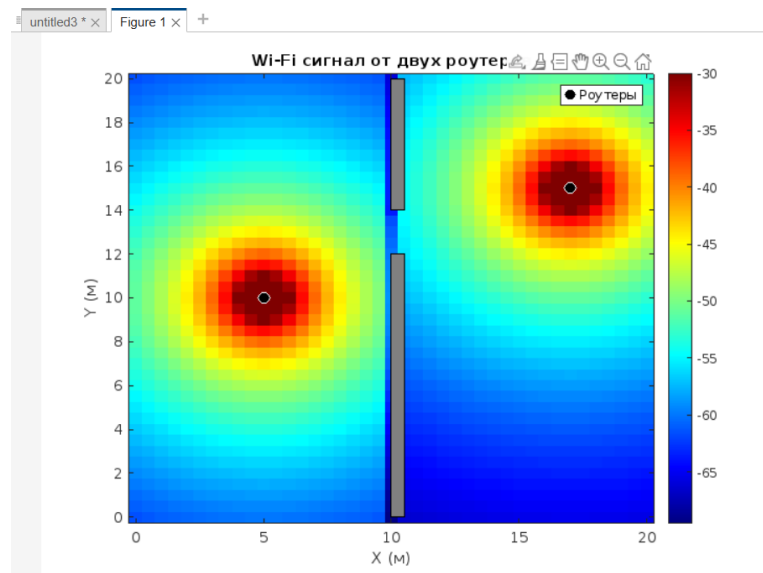
Кодқа өзгертулер енгізу арқылы қосымша репиторды келесі бөлмеге орналастырып зерттеу жүргізілді.

```

1  clc; clear; close all;
2
3  % --- Параметры помещения ---
4  room_size = [20, 20]; % Размер комнаты (X, Y) в метрах
5  resolution = 0.5; % Шаг сетки (м)
6  [xGrid, yGrid] = meshgrid(0:resolution:room_size(1), 0:resolution:room_size(2));
7
8  % --- Параметры роутеров ---
9  routers = [
10     5, 10; % Роутер 1 – ближняя комната
11     17, 15 % Роутер 2 – дальняя комната
12 ];
13 P0 = -30; % Мощность на 1 м (дБм)
14 n = 3; % Коэффициент среды
15 wall_loss = 8; % Потери на одну стену (дБ)
16
17 % --- Определение стен (координаты: [x, y, width, height]) ---
18 walls = [
19     10, 0, 0.5, 12; % Стена 1
20     10, 14, 0.5, 6 % Стена 2
21 ];
22
23 % --- Расчет сигнала ---
24 signal = zeros(size(xGrid));
25
26 for i = 1:size(xGrid,1)
27     for j = 1:size(xGrid,2)
28         x = xGrid(i,j);
29         y = yGrid(i,j);
30         maxSignal = -Inf;
31
32         % --- Расчет сигнала от каждого роутера ---
33         for r = 1:size(routers,1)
34             [rx, ry] = routers(r,:);
35             d = sqrt((x-rx)^2 + (y-ry)^2);
36             if d > 0
37                 signal(i,j) = max(signal(i,j), P0 - n*log(d) - wall_loss);
38             end
39         end
40
41         signal(i,j) = maxSignal;
42     end
43 end
44
45 % --- Визуализация ---
46 figure;
47 imagesc(0:resolution:room_size(1), 0:resolution:room_size(2), signal);
48 set(gca, 'YDir', 'normal');
49 colormap jet;
50 colorbar;
51 title('Wi-Fi сигнал от двух роутеров');
52 xlabel('X (м)');
53 ylabel('Y (м)');
54
55 % --- Отображение роутеров и стен ---
56 hold on;
57 plot(routers(:,1), routers(:,2), 'wo', 'MarkerSize', 8, 'MarkerFaceColor', 'k');
58 for w = 1:size(walls,1)
59     rectangle('Position', walls(w,:), 'FaceColor', [0.5 0.5 0.5 0.6], 'EdgeColor', 'k');
60 end
61 legend('Роутеры');
62

```

3.3-сурет – MATLAB-тағы бөлме өлшемі мен маршрутизатор позициясына негізделген Wi-Fi сигналын модельдеу скрипті



3.4-сурет – Репитор қосу арқылы сигнал қамту аймағын көбейту

Бұл зерттеуде сигнал қамту аймағы айтарлықтай ұлғайғанын байқай аламыз, 20x20 бөлмеде енді еш қиындықсыз интернет желісімен қолдануға болады, тағы да айта кететін жағдай бұл репитордың орын ауыстыруы арқылы сигналды кез келген бөлменің ішіне қойса болады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жұмыста сымсыз Wi-Fi желілерінің сигнал сапасы мен қауіпсіздігін арттыру мәселелері жан-жақты қарастырылып, теориялық негіздер мен практикалық тәсілдер талданды. Эксперименттік зерттеулер, спектрлік және кеңістіктік талдаулар негізінде мынадай тұжырымдар жасалды:

- Wi-Fi сигналының сапасы құрылғымен ара қашықтыққа, физикалық кедергілерге және интерференцияға тікелей тәуелді екені дәлелденді. Speed Test және Wi-Fi Analyzer құралдары арқылы алынған нәтижелер бұл байланыс сапасына әсер ететін негізгі факторларды нақтылады.

- Wi-Fi қауіпсіздік хаттамаларының дамуы, WPA3 стандартының заманауи шифрлау және аутентификация алгоритмдері қауіпсіздікті арттыруда маңызды рөл атқаратыны көрсетілді.

- Қайталағыштар, Mesh жүйелері мен күшейткіш антенналар сигналдың қамту аймағын айтарлықтай ұлғайтуға мүмкіндік береді, бірақ дұрыс орналастырылмаса, тиімділігі төмендеуі мүмкін.

- Huawei AX3 маршрутизаторы мен ESP32 негізіндегі репитордың құрылымы мен алгоритмі нақты талданып, Wi-Fi сигналының сапасын арттырудағы мүмкіндіктері көрсетілді.

- MATLAB арқылы жасалған модельдеу сигнал таралуын визуализациялап, нақты орналасу жағдайларында қайталағышты дұрыс орналастырудың маңызын дәлелдеді.

- FWA технологиясы оптикалық инфрақұрылымы жоқ аумақтарда интернетке қолжетімділікті жылдам және тиімді жолмен ұйымдастырудың келешегі зор шешімі екені анықталды.

Осылайша, жұмыста ұсынылған әдістер мен шешімдер сымсыз желі сапасын арттыруға, қауіпсіздігін қамтамасыз етуге, сондай-ақ жаңа буын Wi-Fi 7 технологиясына дайындық жүргізуге негіз бола алады. Зерттеу нәтижелері болашақта IoT, смарт үй, өндірістік автоматтандыру жүйелеріне интеграцияланатын Wi-Fi инфрақұрылымының тиімділігін арттыруда қолданылуы мүмкін.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- [1] F. P. E. Putra, Ubaidi, R. O. F. Kusuma, A. M. Syam, және S. A. Efendy, "Effect Of Distance On Wi-Fi Signal Quality In The Home Environment," *Fakultas Teknik*, E-ISSN: 2807-9035. [Онлайн]. Қол жеткізу: https://www.researchgate.net/publication/383196468_Effect_Of_Distance_On_Wi-Fi_Signal_Quality_In_The_Home_Environment. Қол жеткізілген күні: 14 ақпан 2025 ж.
- [2] A. Sarbu, M. Sârbu, және C. Şumălan, "Non Wi-Fi Devices Interference Testing in a 2.4 GHz Wi-Fi Home," *Land Forces Academy Review*, т. 23, №2, б. 143-150, маусым 2018. DOI: 10.2478/raft-2018-0017. <https://www.researchgate.net/publication/326804964>
- [3] "Recent developments in WiFi system and related challenges in power amplifier design," *Proc. of Solid-State and Integrated Circuit Technology (ICSICT), IEEE 11th Int. Conf.*, қазан 2012. DOI: 10.1109/ICSICT.2012.6467615. <https://www.researchgate.net/publication/261320582>
- [4] Y. Vaizman және H. Wang, "MapiFi: Using Wi-Fi Signals to Map Home Devices," ақпан 2022. DOI: 10.48550/arXiv.2202.04473. <https://www.researchgate.net/publication/358488994>
- [5] E. Firdus, R. Aghababayev, V. Aliyev, G. Mustafayeva, R. Mayilov, I. Sardarova, және S. Bakhshaliyeva, "WiFi from past to today, consequences that can cause and measures of prevention from them, WiFi security protocols," *E3S Web Conf.* 2024. DOI: 10.1051/e3sconf/202447402004. <https://www.researchgate.net/publication/377235386>
- [6] V. Almášiová, S. Andrašková, M. Bučko, және K. Holovská, "Effect of Electromagnetic Wi-Fi Radiation on the Development of Chicken Embryo," *University of Veterinary Medicine and Pharmacy, Slovakia*, 2024. DOI: 10.2478/fv-2024-0028. <https://www.researchgate.net/publication/384188717>
- [7] M. L. Pall, "Wi-Fi is an important threat to human health," *Environmental Research*, наурыз 2018. DOI: 10.1016/j.envres.2018.01.035. <https://www.researchgate.net/publication/323998588>
- [8] T. Singh және R. Chauhan, "A Comprehensive Research Paper on the In-Depth Analysis of Wi-Fi Network Security and the Identification of Potential Threats," *ShodhKosh*, т. 5, №3, 2024. DOI: 10.29121/shodhkosh.v5.i3.2024.1740. <https://www.researchgate.net/publication/383773129>
- [9] S. Soim, A. S. Handayani, E. Hesti, C. Ciksadan, N. L. Husni, A. Hasan, және R. Rivaldo, "Design and Configuration of 4G Repeater Booster Device at 1800MHz," ақпан 2022. DOI: 10.2991/ahe.k.220205.059.
- [10] "Wi-Fi 7: The Next Frontier in Wireless Connectivity," [Онлайн]. Қол жеткізу: <https://www.puiij.com/index.php/research/article/view/87>

Қосымша дереккөз: <https://www.atlantispress.com/proceedings/first-t1-t2-21/125970319>

[11] "Introduction to Wi-Fi 7: A Review of History, Applications, Challenges, Economical Impact and Research Development," DOI: <https://doi.org/10.58496/MJCSC/2024/009>

[12] А. П. Кашкаров, *Управление и настройка Wi-Fi в своем доме*, Google Books, <https://books.google.kz>

[13] «Как работает Wi-Fi», *StudNet*, №3/2020. <https://cyberleninka.ru/article/n/kak-rabotaet-wi-fi>
DOI: 10.1109/MCOM.2002.1106162

[14] «Свобода доступа: как Freedom Finance развивает телеком-бизнес и его место в экосистеме», *COMNEWS*, 26 ақпан 2025. <https://www.comnews.ru/content/237965/2025-02-26/2025-w09/1008>

ҚОСЫМША А

Arduino қосымшасында рэпитор құрылғысының ішкі процестердің жұмыс жасауына арналған бағдармалық код.

```
#include <GyverOLED.h>
#include "WM.h"
// variables
bool RepeaterIsWorking= true;
int ledState = LOW;
unsigned long previousMillis = 0;
long delay_time=0; // interval between blinks
// blink every 200ms if connected to router
// blink every 1sec if web server is active
// led is off is there is an error with the repeater
//led is on when trying to connect to router.
GyverOLED<SSH1106_128x64, OLED_BUFFER, OLED_SPI, D8, D2,
D1> oled
/* Set these to your desired credentials. */
#if LWIP_FEATURES && !LWIP_IPV6
#define HAVE_NETDUMP 0
#include <lwip/napt.h>
#include <lwip/dns.h>
#include <LwipDhcpServer.h>
#define NAPT 1000
#define NAPT_PORT 10
#if HAVE_NETDUMP
#include <NetDump.h>
void dump(int netif_idx, const char* data, size_t len, int out, int success) {
(void)success;
Serial.print(out ? F("out ") : F(" in "));
Serial.printf("%d ", netif_idx);
// optional filter example: if (netDump_is_ARP(data))
netDump(Serial, data, len);
//netDumpHex(Serial, data, len);
#endif
WM my_wifi;
void setup() {
oled.init();
oled.clear();
oled.setCursor(0,1);
oled.setScale(2);
oled.print("Wifi");
```

```

oled.setCursor(0, 3);
oled.print("Репитеп");
oled.update();
delay(1000);
oled.clear();
oled.setScale(2);
oled.setCursor(0,1);
oled.println("Репитеп");
oled.println("иске");
oled.print("косылуда");
oled.update();
pinMode(0,INPUT_PULLUP);
pinMode(LED_BUILTIN,OUTPUT);
digitalWrite(LED_BUILTIN,1); //active low
Serial.begin(115200);
Serial.println();
if (!LittleFS.begin()) {
Serial.println("LittleFS mount failed");
return;
Serial.printf("\n\nNAPT Range extender\n");
Serial.printf("Heap on start: %d\n", ESP.getFreeHeap());
#ifdef HAVE_NETDUMP
phy_capture = dump;
#endif
// first, connect to STA so we can get a proper local DNS server
String ssid = my_wifi.get_credentials(0); // if the file does not exist the
function will always return null
String pass = my_wifi.get_credentials(1);
String ap= my_wifi.get_credentials(2);
if (ssid == "null") { // if the file does not exist ssid will be null
start_webserver:
IPAddress myIP = WiFi.softAPIP();
Serial.print("AP IP address: ");
Serial.println(myIP);
WiFi.softAP("Wifi Репитеп");
Serial.printf("AP: %s\n", WiFi.softAPIP().toString().c_str());
my_wifi.create_server();
//server.begin();
my_wifi.begin_server();
Serial.println("HTTP server started");
delay_time=1000; // blink every sec if webserver is active
WiFi.mode(WIFI_STA);
WiFi.begin(ssid, pass); // check function to understand

```

```

int timeout_counter=0;
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  if(timeout_counter>=120){
    goto start_webserver; // if it fails to connect start_webserver
    Serial.print('.');
    timeout_counter++;
    digitalWrite(LED_BUILTIN,0);// leave led on when trying to connect
    delay(500);
    Serial.printf("\nSTA: %s (dns: %s / %s)\n",
    WiFi.localIP().toString().c_str(),
    WiFi.dnsIP(0).toString().c_str(),
    WiFi.dnsIP(1).toString().c_str());
    // give DNS servers to AP side
    dhcpSoftAP.dhcpset_dns(0, WiFi.dnsIP(0));
    dhcpSoftAP.dhcpset_dns(1, WiFi.dnsIP(1));
    WiFi.softAPConfig( // enable AP, with android-compatible google domain
    IPAddress(172, 217, 28, 254),
    IPAddress(172, 217, 28, 254),
    IPAddress(255, 255, 255, 0));
    WiFi.softAP(ap, pass);
    Serial.printf("AP: %s\n", WiFi.softAPIP().toString().c_str());
    Serial.printf("Heap before: %d\n", ESP.getFreeHeap());
    err_t ret = ip_napt_init(NAPT, NAPT_PORT);
    Serial.printf("ip_napt_init(%d,%d): ret=%d (OK=%d)\n", NAPT,
    NAPT_PORT, (int)ret, (int)ERR_OK);
    if (ret == ERR_OK) {
      ret = ip_napt_enable_no(SOFTAP_IF, 1);
      Serial.printf("ip_napt_enable_no(SOFTAP_IF): ret=%d (OK=%d)\n",
      (int)ret, (int)ERR_OK);
      if (ret == ERR_OK) {
        Serial.printf("Successfully NATed to WiFi Network '%s' with the same
        password", ssid.c_str())
        Serial.printf("Heap after napt init: %d\n", ESP.getFreeHeap());
        if (ret != ERR_OK) {
          Serial.printf("NAPT initialization failed\n");
          delay_time=200; // blink every half second if connection was succesfull
          RepeaterIsWorking=true;
        }
        #else
        void setup() {
          Serial.begin(115200);
          Serial.printf("\n\nNAPT not supported in this configuration\n");
          RepeaterIsWorking= false;
          digitalWrite(LED_BUILTIN,1); // led stays off

```

```

#endif
void loop() {
  if(digitalRead(0)==LOW){
    LittleFS.format();
    ESP.restart();
    while(RepeaterIsWorking){
      oled.clear();
      oled.setCursor(0,0);
      if(String(WiFi.SSID()).length() > 0){
        oled.setScale(1);
        oled.println("wifi аты:");
        oled.println(WiFi.SSID());
        oled.println("wifi пароли:");
        oled.println(WiFi.psk());
        oled.println("репитер аты:");
        oled.println(WiFi.softAPSSID());
        oled.println("репитер пароли:");
        oled.println(WiFi.softAPPSK());}
      else{
        oled.setScale(2);
        oled.println("Репитерды");
        oled.println("Настройка");
        oled.println("Жасаныз!");
        oled.println("192.168.4.1");
        oled.update();
        unsigned long currentMillis = millis();
        if (currentMillis - previousMillis >= delay_time) {
          // save the last time you blinked the LED
          previousMillis = currentMillis;
          // if the LED is off turn it on and vice-versa:
          if (ledState == LOW) {
            ledState = HIGH;
          } else {
            ledState = LOW;
          }
          // set the LED with the ledState of the variable:
          digitalWrite(LED_BUILTIN, ledState)
          break;

```


ҚОСЫМША Б

Arduino қосымшасында жаңа Wi-Fi нүктесін іздеу және қосылуға арналған код.

```
#include "WM.h"
AsyncWebServer server(80);
DynamicJsonDocument Config(2048);
JsonObject obj = Config.as<JsonObject>();
void WM::begin_server() {
    server.begin();
    void WM::listDir(const char * dirname) {
        Serial.printf("Listing directory: %s\n", dirname);
        Dir root = LittleFS.openDir(dirname);
        while (root.next()) {
            File file = root.openFile("r");
            Serial.print(" FILE: ");
            Serial.print(root.fileName());
            Serial.print(" SIZE: ");
            Serial.print(file.size());
            file.close();
        }
        void WM::create_server() {
            server.on("/", HTTP_GET, [] (AsyncWebServerRequest * request) {
                // scan for networks and get ssid
                String network_html = ""
                // link to code https://github.com/me-
                // there is a problem with scanning while using espasync that is why the code
                below
                int n = WiFi.scanComplete();
                if (n == -2) {
                    WiFi.scanNetworks(true);
                } else if (n) {
                    for (int i = 0; i < n; ++i) {
                        String router = WiFi.SSID(i);
                        Serial.println(router);
                        network_html += "<input type='radio' id='#radiobuttonex\"
name='ssid\"
                        WiFi.scanDelete();
                        if (WiFi.scanComplete() == -2) {
                            WiFi.scanNetworks(true);
                            String html = "<!DOCTYPE html><html>";
                            html += "<head>";
                            html += "<meta charset='UTF-8'>";
```

```

html+=" <link rel=\"stylesheet\" href=\"styles.css\">";
html+= "</head>";
html += "<body>";
html+= "<div>";
html += "<h1>Вайфай Репитер паракшасы</h1>";
html += "<button
onclick=\"window.location.href='/';\">Сканерлеу</button>";
html += "<p>табылган вайфайлар </p>";
html += "<form action=\"/credentials\">";
html += "<p>Вайфайды танданыз:</p>" + network_html;
html += "<input type=\"password\" id=\"pass\" name=\"pass\" value=\"\"
required ><label for=\"pass\">пароль</label><br><br>";
html += "<input type=\"text\" id=\"ap\" name=\"ap\" value=\"WiFi
Репитер\" required >";
html += "<label for=\"ap\">Репитер аты:</label><br>";
html += "<input type=\"submit\" value=\"Бастау\">";
html += "</form></body></html>";
html+= "</div>";
request->send(200, "text/html", html);
// css style from grepper
server.on("/styles.css", HTTP_GET, [] (AsyncWebServerRequest * request) {
String style = "#radiobuttonex{\n"
" border: 2px solid rgb(255,1,199);\n"
" text-align: center;\n"
" font-family: sans serif;\n"
" width: 305px;\n"
" background: rgb(50,50,100);\n"
" border-radius: 40px;\n"
request->send(200, "text/css", style)
// Send a GET request to <IP>/get?message=<message>
server.on("/credentials", HTTP_GET, [] (AsyncWebServerRequest *
request)
String param = "ssid";
if (request->hasParam(param)) {
String ssid = request->getParam(param)->value();
Config["ssid"] = ssid;
Serial.println(ssid);
} else {
Serial.println("No " + param + " sent");
param = "pass";
if (request->hasParam(param)) {
String pass = request->getParam(param)->value();
Config["pass"] = pass;

```

```

Serial.println(pass);
} else {
Serial.println("No " + param + " sent");
param = "ap";
if (request->hasParam(param)) {
String ap = request->getParam(param)->value();
Config["ap"] = ap;
Serial.println(ap);
} else {
Serial.println("No " + param + " sent");
String output;
serializeJson(Config, output);
Serial.print(output);
String path = "/config.json";
Serial.printf("Writing file: %s\n", path);
File file = LittleFS.open(path, "w");
if (!file) {
Serial.println("Failed to open file for writing");
return "null";
if (file.print(output)) {
Serial.println("File written");
ESP.restart();
} else {
Serial.println("Write failed");
file.close();
return "null";
String WM::get_credentials(int a) {
// a: 0=ssid, 1=pass; 2=ap name
String path = "/config.json";
String credentials = "";
Serial.print("reading file ");
Serial.println(path);
File file = LittleFS.open(path, "r");
if (!file) {
Serial.println("Failed to open file for reading");
Serial.println("this is probably first usage, so the file does not exist");
return "null";
Serial.print("Read from file: ");
while (file.available()) {
credentials += file.readString();
Serial.println(credentials);
deserializeJson(Config, credentials);
file.close();

```

```

String credential_array [3] = {Config["ssid"], Config["pass"],
Config["ap"]};
return credential_array[a];
//class wifi {
public:
JsonObject obj = Config.as<JsonObject>();
just added this so i can see the files in the file system
clc; clear; close all;

% --- Параметры помещения ---
room_size = [20, 20]; % Размер помещения в метрах (X, Y)
resolution = 0.5; % Шаг сетки (м)
[xGrid, yGrid] = meshgrid(0:resolution:room_size(1),
0:resolution:room_size(2));
% --- Параметры маршрутизатора ---
router_x = 5; % Положение роутера по X
router_y = 10; % Положение роутера по Y
P0 = -30; % Сила сигнала на 1 м (дБм)
n = 3; % Коэффициент затухания среды
wall_loss = 8; % Потеря сигнала через 1 стену (дБ)
% --- Определим стены (в виде прямоугольников) ---
walls = [
10, 0, 0.5, 12; % Стена 1: [x, y, width, height]
10, 14, 0.5, 6 % Стена 2
% --- Расчет сигнала ---
signal = zeros(size(xGrid));
for i = 1:size(xGrid,1)
for j = 1:size(xGrid,2)
x = xGrid(i,j);
y = yGrid(i,j);
d = sqrt((x - router_x)^2 + (y - router_y)^2);
if d < 1
d = 1; % чтобы избежать деления на 0
end
% Проверим сколько стен между точкой и роутером
wall_count = 0;
for w = 1:size(walls,1)
wall = walls(w,:);
x1 = min(router_x, x);
x2 = max(router_x, x);
y1 = min(router_y, y);
y2 = max(router_y, y);
% Проверка: проходит ли луч через стену

```

```

        if wall(1) >= x1 && wall(1) <= x2 && wall(2) + wall(4) >= y1 && wall(2)
<= y2
            wall_count = wall_count + 1;
        end
    end
    % Расчет сигнала
    signal(i,j) = P0 - 10 * n * log10(d) - wall_count * wall_loss;
end
end
% --- Визуализация ---
figure;
imagesc(0:resolution:room_size(1), 0:resolution:room_size(2), signal);
set(gca, 'YDir', 'normal');
colormap jet;
colorbar;
title('Wi-Fi сигнал в помещении');
xlabel('X (м)');
ylabel('Y (м)');
% --- Отображение роутера и стен ---
hold on;
plot(router_x, router_y, 'ko', 'MarkerSize', 10, 'MarkerFaceColor', 'w');
for w = 1:size(walls,1)
    rectangle('Position', walls(w,:), 'FaceColor', [0.5 0.5 0.5 0.7], 'EdgeColor',
'k');
end
legend('Роутер', 'Местоположение стен');

```

Дипломдық жоба (жұмыс) бойынша

РЕЦЕНЗИЯ

Жақыбай Ерасыл Жанатұлы

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: Үй ішіндегі Wi-Fi желісін күшейту және өткізу қабілетін арттыруда "Сапа+" күшейткішінің тиімділігін зерттеу

Орындалды:

а) Графикалық бөлім _____ парақтарда
б) түсіндірме жазба _____ беттерінде

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

1. Зерттеу өзектілігі:

Жұмыс қазіргі уақытта өте өзекті мәселені – Wi-Fi сигналының әлсіздігі мен қамту аймағының шектеулігін шешуге бағытталған. Зерттеу барысында ESP32 және Huawei AX3 негізінде тиімді шешімдер ұсынылған.

2. Мазмұнның толықтығы:

Жұмыс мазмұны жан-жақты, құрылымы нақты жоспарланған. Автор Wi-Fi 6, MU-MIMO, FWA технологиясы сияқты заманауи стандарттарды талдаған. Сонымен қатар, MATLAB арқылы сигналдың таралуын модельдеу және ESP32 репиторының кодпен жұмыс істеу алгоритмін жасау – жұмыстың ғылыми жаңалығын көрсетеді.

3. Практикалық құндылығы:

Жұмыс тек теориямен шектелмей, нақты құрылғылар негізінде тәжірибе жүргізілген. Әсіресе ESP32 мен Arduino IDE негізінде дайындалған репитор – үй жағдайында интернет сигналын күшейту үшін тиімді шешім ретінде бағаланады.

4. Тілдік және техникалық ресімделуі:

Жұмыс тілі ғылыми стильде жазылған, техникалық терминдер орынды қолданылған. Иллюстрациялар, диаграммалар мен кестелер зерттеудің көрнекілігін арттырады. Дегенмен, орфографиялық және пунктуациялық қателер сирек кездеседі, қорғауға дейін соңғы редакциялық түзетулер қажет болуы мүмкін.

Жұмысты бағалау

Жалпы, дипломдық жұмысқа «өте жақсы» (95%) деген баға, ал студент Жақыбай Ерасыл Жанатұлын 6B06201 – Телекоммуникация білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық коммуникациялық технологиялар бакалавры» дәрежесіне ұсынамын.

Рецензент

М.Тынышбаев атындағы
АЛТ университеті, PhD,
«АКТ» кафедрасының
ассистент профессоры

_____ Мәдібайұлы Ж.
«25» _____ 2025 ж.



Дипломдық жобаға (жұмысқа)

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Жақыбай Ерасыл Жанатұлы

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: Үй ішіндегі Wi-Fi желісін күшейту және өткізу қабілетін арттыруда
"Сапа+" күшейткішінің тиімділігін зерттеу

Дипломдық жұмыста заманауи сымсыз желілердің дамуы және олардың қолданыстағы мәселелері кеңінен қарастырылған. Автор Wi-Fi сигналын күшейтуге қатысты өзекті мәселелерді көтеріп, оларды шешудің бірнеше техникалық әдістерін, соның ішінде "Сапа+" күшейткіші, ESP32 негізіндегі репиторлар, және Huawei AX3 құрылғысын қолдану арқылы зерттеген.

Жұмыста Wi-Fi сигналының таралуына әсер ететін факторлар нақты тәжірибелермен дәлелденіп, MATLAB платформасында модельдеу жүргізілген. Сонымен қатар, Arduino және ESP32 микроконтроллерлері арқылы сигналды қайталау механизмін құру ұсынылып, олардың жұмыс алгоритмдері мен байланыс тиімділігі көрсетілген. Бұл студенттің практикалық машықтарының жоғары деңгейде екенін аңғартады.

Жұмыстың құрылымы жүйелі, мазмұны нақты, зерттеу әдістемесі дұрыс таңдалған. Автор теориялық мәліметтерді тәжірибемен ұштастырып, нәтижелерін талдап, ғылыми тұрғыдан негіздей білді. Студент зерттеу нәтижелерін толық меңгерген және өз бетінше талдай алатындығын көрсетті.

Студент, Жақыбай Ерасыл Жанатұлы дипломдық жұмысты жазу барысында жетекші нұсқаулығымен өз бетінше жұмыс істеу қабілетін көрсетті. Дипломдық жұмыс «95/А/ өте жақсы» деп бағаланды, ал Жақыбай Ерасыл Жанатұлын 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық коммуникациялық технологиялар» бакалавры академиялық дәрежесіне ұсынамын.

Ғылыми жетекші
ЭТЖҒТ каф. аға оқытушы,
техника ғылымдарының магистрі

 Марксұлы С.
«20» 05 2025 ж.



**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: Жақыбай Ерасыл Жанатұлы

Тақырыбы: Үй ішіндегі Wi-Fi желісін күшейту және өткізу қабілетін арттыруда Сапа+ күшейткішінің тиімділігін зерттеу

Жетекшісі: Сұңғат Марксұлы

1-ұқсастық коэффициенті (30): 4.2

2-ұқсастық коэффициенті (5): 2.6

Дәйексөз (35): 0

Әріптерді ауыстыру: 15

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:

2025-05-22

Күні



Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Жақыбай Ерасыл Жанатұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Үй ішіндегі Wi-Fi желісін күшейту және өткізу қабілетін арттыруда Сапа+ күшейткішінің тиімділігін зерттеу

Научный руководитель: Сұңғат Марксұлы

Коэффициент Подобия 1: 4.2

Коэффициент Подобия 2: 2.6

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 15

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:

2025-05-22

Дата



Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Жақыбай Ерасыл Жанатұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Үй ішіндегі Wi-Fi желісін күшейту және өткізу қабілетін арттыруда Сапа+ күшейткішінің тиімділігін зерттеу

Научный руководитель: Сұңғат Марксұлы

Коэффициент Подобия 1: 4.2

Коэффициент Подобия 2: 2.6

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 15

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:

2025-05-22

Дата



Сұңғат Марксұлы

проверяющий эксперт