

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Сатабай Жансұлтан Жұмағалиұлы

«RTL-SDR көмегімен нақты уақыт режимінде спутниктік суреттерді алу
жүйесін әзірлеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071900 – «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар»
мамандығы

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

 Е.Таштай

«25» 05 2022ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «RTL-SDR көмегімен нақты уақыт режимінде спутниктік суреттерді алу жүйесін әзірлеу»

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған: 

Пікір беруші

т.ғ.к., қауым. профессор

ХАТУ

 Б.Л.Илипбаева

«23» Мамыр 2022 ж.

Сатабай Жансұлтан Жұмағалиұлы

Ғылыми жетекші

ЭТжҒТ каф. Сениор -

лекторы, т.ғ.м.

 Д.Ж. Утебаева

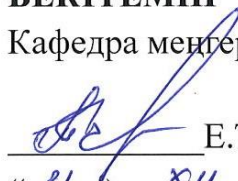
«20» Мамыр 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы
5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі


Е.Таштай
« 21 » « 04 » 2022 ж

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Сатабай Жансұлтан Жұмағалиұлы

Тақырыбы: «RTL-SDR көмегімен нақты уақыт режимінде спутниктік суреттерді алу жүйесін әзірлеу»

Университет ректорының «24» 12. 2021 ж. № 486-17 бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерізімі «30» 04 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

1) *RTL-SDR көмегімен анықталатын спутниктік радиобайланыстың базалық және бағдарламалық теориясы негіздері.*

2) *Спутниктік желілер көмегімен алынатын суреттер және олардың қолданылу аясы.*

3) *RTL-SDR көмегімен спутниктік суреттерді нақты уақытта алу жүйесі*

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) *RTL-SDR радиоқабылдағышының техникалық сипаттамалары.*

б) *RTL-SDR радиоқабылдағышын әуесқойлық мақсатта қолдану аясы.*

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс) :
RTL-SDR радиоқабылдағышының құрылымдық сұлбасы.

Сызбалық материалдар 15 слайдпен берілсін.

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	04.01.2022 -01.02.2022	орынданды
Теориялық ақпарат	01.02.2022-01.03.2022	орынданды
Жабдықтар жұмысының есебі және жұмысты рәсімдеу	01.03.2022 -30.05.2022	орынданды

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	Д.Ж. Утебаева, ЭТЖҒТ каф. сениор-лекторы, т.ғ.м.	08.02.22	
Теориялық ақпарат	Д.Ж. Утебаева, ЭТЖҒТ каф. сениор-лекторы, т.ғ.м.	28.03.22	
Норма бақылау	Ж.М. Досбаев, ЭТЖҒТ каф. т.ғ.м.	24.05.2022	

Ғылыми жетекшісі


(қолы)

Д.Ж. Утебаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Ж. Ж. Сатабай

Күні 23 мамыр 2022 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыстың мақсаты RTL-SDR көмегімен нақты уақыт режимінде спутниктік суреттерді алу жүйесін әзірлеу. Қолданушы үшін спутниктік сигналдарды қабылдау жайлы базалық түсінік қалыптастыру. Аталған RTL-SDR көмегімен нақты уақыт режимінде бағдарламалық қамтама арқылы аналогтық сөйлесулер, метеорологиялық орталықтардың метеозоналарындағы деректерін бақылау және алу, ADS-B сигналдары арқылы әуе аппараттарының қозғалысын бақылау NOAA жерсеріктерінің APT сигналдарын декодтау көмегімен жер бедерінің суреттерін алу.

Дипломдық жұмыста жаңадан бастаушы әуесқойлар үшін спутниктік суреттерді алудың қарапайым нұсқаулықтары көрсетілген. Қажетті бағдарламалық қамтамалар мен қажетті жабдықтар берілген. Нұсқаулықтың көмегімен әуесқой қысқа уақыттың ішінде өзінің алғашқы нақты уақыт режиміндегі спутниктік суреттерін ала алады.

АННОТАЦИЯ

Целью дипломной работы является разработка системы получения спутниковых снимков в режиме реального времени с помощью приемника RTL-SDR. Формирование у пользователя базового понимания приема спутникового сигнала. С помощью RTL-SDR получить аналоговые розговий через программное обеспечение в режиме реального времени, наблюдать и получить данных метеозон метеорологических центров. Контроль движения воздушных аппаратов по сигналам ADS-B. Получение изображений рельефа местности с помощью декодирования APT-сигналов спутников NOAA.

В дипломной работе изложены простые инструкции по получению спутниковых снимков для начинающих любителей. Предоставляется необходимое программное обеспечение и необходимое оборудование. С помощью инструкции любитель может за короткое время получить свои первые спутниковые снимки в реальном времени.

ANNOTATION

The purpose of the thesis is to develop a system for obtaining satellite images in real time using an RTL-SDR receiver. Formation of a basic understanding of satellite signal reception for the user. Using RTL-SDR to get analog rods through the software in real time, observe and receive weather zone data from meteorological centers. Control of the movement of air vehicles by ADS-B signals. Obtaining terrain images by decoding APTX signals from NOAA satellites.

The thesis contains simple instructions for obtaining satellite images for novice amateurs. The necessary software and necessary equipment are provided. With the help of the instructions, an amateur can get his first satellite images in real time in a short time.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1. RTL-SDR көмегімен анықталатын спутниктік радиобайланыстың базалық және бағдарламалық теориясы негіздері	10
1.1 Бағдарламалық қамтама бойынша нұсқаулық	12
1.2 ADS-B сигналдарының графикалық бейнелеріналуға арналған бағдарламалық қамтамалар	14
2. Спутниктік желілер көмегімен алынатын суреттер және олардың қолданылу аясы	16
2.1 NOAA ATP спутниктік ауа райы суреттерін алу	16
2.2 GOES 16/17 және GK-2A геостационарлы жерсеріктері	19
3. RTL-SDR көмегімен спутниктік суреттерді нақты уақытта алу нұсқаулығы	22
3.1 негізгі бағдарламалық қамтамалар	22
3.2 қажетті жабдықтар	27
3.3 спутник суреттерді алу барысы	31
Қорытынды	37
Пайдаланылған әдебиет тізімі	39

КІРІСПЕ

Дәстүрлі радио құрылғыларда радио сигналдарды декодтау . өңдеу үшін қажетті математикалық операциялар аналогтық тізбектерді қолдану арқылы жүзеге асырылады.

Қазіргі уақытта компьютерлер бағдарламалық қамтамаларында математикалық есептеулер жүргізу үшін жеткілікті қуатқа ие, осыдан бағдарламалық қамтамамен анықталатын радио (Software-defined radio-SDR) термині пайда болды.

Бұрын күрделі аналогтық құрылғыны қажет ететін жабдықтың орнына бағдарламалық қамтамада оңай әрі жылдам жүзеге асырылатын заманауи радиоқабылдағыштардың пайда болуына алып келді. Қазіргі таңда кең жолақты баптамалары бар көптеген мүмкіндіктерге ие радиоқабылдағыштар едәуір арзан әрі қолжетімді түрлері бар

SDR әдісі дербес компьютерде немесе басқа да құрылғылардағы цифрлық өңдеудің басым бөлігін орындайды. Бұндай жүйенің мақсаты бағдарламалық қайта конфигурациялау арқылы еркін радиожүйелердегі радиотарату және радиоқабылдау. Бұндай жүйелердің балама атауы бағдарламалық конфигурацияланатын жүйелер.

RTL-SDR қабылдағышы аналогтық және сандық радиосигналдарды қабылдауға арналған құрылғы. Құрылғының жұмысы үшін арнайы бағдарламалық қамтама қолданылады. Бұл құрылғылар көлемі жағынан шағын сондықтан да телефонда компьютерде және де басқа қондырғыларда қолдануға ыңғайлы келеді

Қазіргі таңда SDR көптеген қарапайым радио модемдерді қолдануда, атап айтқанда GSM, WiFi, WiMax үшін қолданылады [1].

1 RTL-SDR КӨМЕГІМЕН АНЫҚТАЛАТЫН СПУТНИКТИК РАДИОБАЙЛАНЫСТЫҢ БАЗАЛЫҚ ЖӘНЕ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ТЕОРИЯСЫ НЕГІЗДЕРІ

RTL-SDR- нақты уақыт режимінде радиосигналдарды қабылдауға мүмкіндік беретін компьютерлік радиоқабылдағыш ретінде пайдалануға болатын қолжетімді USB құрылғысы. RTL-SDR түріне байланысты ол 2 ГГц-ке дейінгі жиіліктегі сигналдарды қабылдауға қабілетті. RTL-SDR-ге арналған компьютерлік бағдарламалық қамтамаларда интернет желісінде тегін түрі жалпыға бірдей қолжетімді.

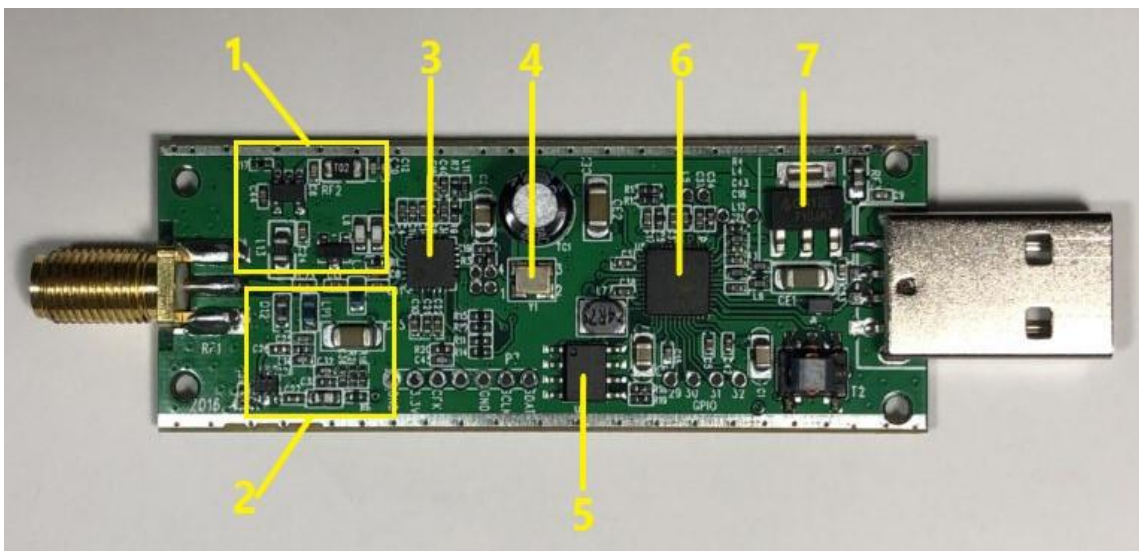
RTL-SDR, RTL2832U чипі негізінде жасалған DVB-T-TV тюнерлерінен пайда болды. 2012 жылы Эрик Фрай, Палосаари, және OSMOCOM компаниясының білікті мамандарының көптеген тәжірибелерінің арқасында олар RTL2832U-чипіндегі өңделмеген кіріс деректері тікелей қол жетімді деп тапты. Осы деректерді, Стив Маркграф жасап шығарған арнайы компьютерлік бағдарламалық қамтама арқылы өңделінді [2].

1.1 Кесте – RTL-SDR қабылдағышының техникалық сипаттамалары

Жиілік ауқымы	100 кГц — 1750 МГц
Модуляция түрлері	AM, FM, NFM
Көру жолағы	250 кГц — 3 МГц
Сезімталдығы	0.22 мКв
Кіріс кедергісі	50 Ом
Аналогтық цифрлық түрлендіргіш	8 бит

RTL-SDR қабылдағыштары пайда болғаннан бастап қолданушылар арасында өте танымал болды және ол қолданушыға радиожиілік спектрінің кең жолағын ұсынады. RTL-SDR қабылдағыштары осыдан бірнеше жылдар бұрын біршама қаржыны қажет ететін радиоқабылдағыштың орнына лайықты едәуір арзан ауыспасы болды. Өкінішке орай қабылдағыштардың танымалдылығы есебінен көптеген заңсыз өндірушілер сапасыз дүниелердің пайда болуына алып келді, сол себепті де қабылдағыштарды сенімді ресми дүкендерден алған жөн.

RTL-SDR қабылдағыштардың сыртқы пішімі өндірушілерге байланысты әртүрлі болады, алайда құрылғының ішкі құрылымы және жұмыс жасау принципі өте ұқсас болады (1.1-сурет)



1.1 Сурет – RTL-SDR қабылдағышының ішкі құрылымы

1-бөлімі: кернеу тұрақтандырғышы бар. қосымша қуат көздерін қажет етпестен күшейткіштерді немесе радиожиілік желісіне қосылған басқа белсенді компоненттерді қуаттандыру үшін пайдалы.

2-тікелей дискреттеу бөлімі: кейбір радио сигналдарды дербес компьютерге тікелей жіберіп өңдеу үшін жиілігі тым жоғары болады, бұл сигналды өңдеуден бұрын төменгі жиілікке түрлендіруді қажет етеді. Тікелей дискретизациялау қабылдағышқа түрлендіру қадамын айналып өтуге мүмкіндік береді, сонымен қатар төмен жиілікті сигналдарды алуға мүмкіндік береді.

3- компонент R820t2: құрылғыға берілген жиілікке бейімделеді және жоғары жиілікті радиожиіліктерді басқарылатын төменгі жиіліктерге түрлендіреді.

4- компонент 28.800 МГц жиілікте жұмыс жасайтын кварц генераторы: бұл жиілік түрлендіруді дәл орындау үшін қолданылады және R820T2 компонентіне нақты жиілікті беруді қамтамасыз етеді. Ол температураның өзгеруінен туындаған қателеріді автоматты түрде түзетеді. Бұл компонент құрылғының қатты қызуы кезінде оның қалыпты жұмысын қамтамасыз етеді.

5-24C02N компоненті: RTL2832U-ға арналған жүйелік және конфигурациялық ақпаратты сақтайды.

6. RTL2832U: құрылғының басты компоненті. Жиілік радиосигналдарды сандық деректерге түрлендіреді және оны дербес компьютерге USB порт арқылы жібереді. Сондай-ақ, ол қабылдағышты басқару үшін дербес компьютерден келген пәрмендерді қабылдайды.

7. AP2114 компоненті: Дербес компьютердің USB портынан келіп тұрған 5 В кернеуді құрылғыдағы басқа компоненттері қолданатын 3,3 В-қа түрлендіреді. Сондай-ақ компоненттің шуы төмен және құрылғының жұмысына кедергі келтірмейді [3].

1.1 Бағдарламалық қамтама бойынша нұсқаулық

Қазіргі уақытта RTL-SDR қабылдағыштарында жұмыс жасауға арналған көптеген компьютерлік бағдарламалық қамтамалар бар. Бұл бағдарламалық қамтамалар қабылдағыштың баптауларын өзгерте отырып керекті жиіліктегі сигналдарды қабылдап өңдеуге мүмкіндік береді.

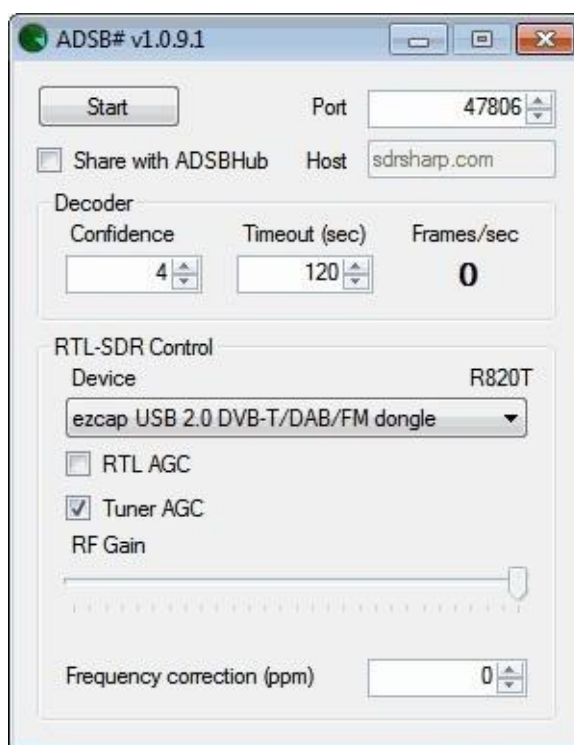
RTL-SDR көмегімен ADS-B сигналдарын тыңдау және декодтау үшін көптеген тегін бағдарламалық қамтамалар бар.

ADS-B (Automatic Dependent Surveillance - Broadcast, Радиохабар тарату режиміндегі автоматты тәуелді бақылау) сигналдары бұл аспандағы әуе денелерінің орналасқан жерін нақты уақыт режимінде тарататын сигнал түрі. Сигналдың таралу жиілігі 1090 МГц және 978 МГц.

Ең жиі қолданылатын ADS-B декодерлері ол ADSB#, SDR Sharp, RTL1090, dump1090 және modesdec02 қосымшалары.

SDR Sharp қолданыстағы танымал RTL-SDR бағдарламалық қамтамасы. Басқа SDR бағдарламалық қамтамасымен салыстырғанда пайдалану оңай және қарапайым, орнатылуы өте жеңіл келеді.

SDR Sharp - бұл қарапайым бағдарлама, оның көптеген кеңейтілген мүмкіндіктері бар. Алайда қазіргі уақытта қолданысқа ең ыңғайлы әрі түсінікті ADSB# қосымшасы болып табылады.



1.2 Сурет – ADSB# бағдарламасы

ADSB# бағдарламалық қамтамасы 1090 МГц жиілікте жұмыс жасайтын Windows негізіндегі ADS-B декодері. Ол қарапайым графикалық пайдаланушылық интерфейске ие және, декодерді қолдану оңай [4].

ADSB# іске қосу үшін қосымшаға кіру жеткілікті. Егер RTL-SDR қабылдағышы қолданылып отырған компьютерге немесе дербес компьютерге қосылған болса, құрылғыны ADSB# қосымшасының мәзірінен таңдау қажет. Содан кейін ADS-B ақпараттарын декодтауды бастауға болады, ол үшін "Пуск" батырмасын басу жеткілікті

ADSB# ADS-B деректерін декодтау, сонымен қатар TCP/IP протоколы арқылы әуе денелерінің орналасқан жері және де ұшу траекториясы туралы деректерді жібереді. Картада деректерді визуализациялау үшін виртуалды ADSB Score немесе PlanePlotter сервері сияқты басқа бағдарламалар қажет.

ADSB#-де, ADS-B деректері ұшақтардан қабылданған кезде, дәлдік шамасы артады. Нақтылық орнын анықтаушы сол бір ұшақтан пакеттердің көбірек санын алу шамасына қарай ұлғайтылады. Ұшақтар орнының графикалық интерфейсте орнатылған мәнінен асып кетсе, ұшақтардың орналасқан жері туралы мәліметтер TCP/IP протоколы арқылы жіберіледі. Нақты ADS-B сигналы ретінде кездейсоқ декодталған шуыл салдарынан әуе кемесінің жалған орналасуын болдырмау үшін қолданылады. Шулы ортада сенімділіктің жоғары деңгейлері қажет болуы мүмкін, бірақ көптеген жағдайларда төртке тең сенімділік деңгейі жақсы жұмыс істейді. Күту уақытын орнату декодер ұшақтың дұрыстығын қайта тексермес бұрын қанша уақыт күтетінін анықтайды, 120 секунд мәні жақсы жұмыс істейді

Графикалық қолдану интерфейсі бар Windows үшін 1090 МГц жиіліктегі ADS-B декодері-RTL1090 қосымшасы болып табылады RTL1090 ерекше мүмкіндіктерге ие. Ол A / C режимін, сондай-ақ S режимін декодтай алады. "A"- режимі әуе апараттарының сәйкестендіру нөмірін жібереді, ал "C"- режимі әуе апараттарының биіктігін жібереді, "S" режимі нысанның орналасқан жері туралы ақпаратты бере алады және бұл өте пайдалы функция болып табылады. RTL1090-да спектр қарау функциясы бар, ол ADS-B сигналдарының қабылдануын тексеру үшін пайдалы, RTL1090-да декодтау процесін жақсартатын 1 биттік ақырғы нәтиженің қателігін тексеретін функция бар. Қателерді тексеру тек қолданушы рұқсатымен ғана жүзеге асырылады, себебі қуаты жеткіліксіз компьютерлерде жүйенің бұзылуына алып келуі мүмкін.

Rtl1090 авторларының қабылдауды жақсарту үшін екі RTL-SDR кілтін қолданатын RTL-DUO деп аталатын бағдарламалық қамтаманың тәжірибелік нұсқасын шығарды. Бұл Raspberry Pi сияқты Linux негізіндегі құрылғылар үшін өте пайдалы деректерді веб серверге жібереді DUMP1090 көмегімен веб-серверге деректерді жіберетін Raspberry Pi декодерінің баптауларын ыңғайлы етіп өзгерте аламыз. DUMP1090 декодері ADS-B декодерларының ішінде ең жақсы декодтау өнімділігіне ие болып табылды.

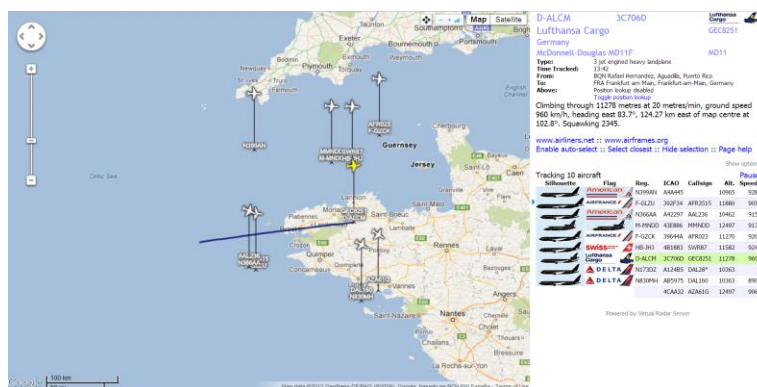
Windows / Linux / OSX моделдеріне жүктелетін ADS-B декодері. Ол ауаның кондензациялану туралы мәліметтерді ала алады және базалық станциямен және басқа графикалық дисплей бағдарламалық қамтамасымен

тікелей байланыса алады. Ол ұшақтардың ұшу карталарын, сондай-ақ ADS-B статистикалық мәліметтерді көрсете алатын.

1.2 ADS-B сигналдарының графикалық бейнелеріналуға арналған бағдарламалық қамтамалар

Жоғарыда айтылған бағдарламалық қамтамалар сигналдарды қабылдап өңдеуге арналған, алайда сигналдардың бейнесін дисплейға шығармайды. Аталған бағдарламалармен синхронды жұмыс жасайтын желілік деректерді алуға және оларды көрсетуге арналған бағдарламалық қамтамалардың бірнеше түрлері бар. Бұл бағдарламалар ADS-B декодерлерінің кез келген түрімен жұмыс жасайды.

Virtual Radar Server (Виртуалды Радар Сервері)- ADS-B декодерлерінің сигналдарын өңдеп бейне алуға мүмкіндік беретін виртуалды сервер. Virtual Radar Server бағдарламасында әуе денелерінің борттық номерлеріне сәйкес олар туралы толық ақпарат алуға болады (1.3-сурет).



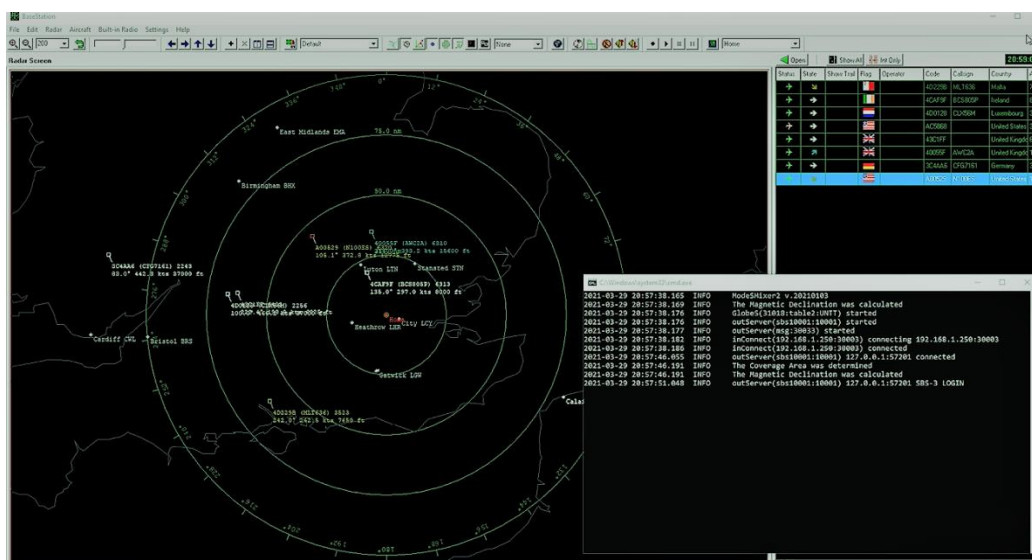
1.3 Сурет – Virtual Radar Server бағдарламасының көмегімен алынған әуе денелерінің орналасу графикасы

PlanePlotter-бұл ақысыз сынақ мерзімі бар күрделі коммерциялық бағдарламалық қамтама. Егер бір мезгілде екі RTL-SDR қабылдағышын қолданатын болсақ, PlanePlotter ACARS және ADS-B ақпаратын бір-біріне біріктіре алады, сонымен қатар олар ADS-B онлайн агрегаторының көмегімен өзара ақпарат алмаса алады. Бұл сәйкесінше алынған мәліметтің дәлдігін арттырады.

PlanePlotter-ді қолданудың үлкен артықшылықтарының бірі күрделі шифрланған сигналдарды жылдам декодтайтын “Multilateration” жүйесіне ие. Multilateration-бұл орналасқан орын туралы мәліметтерсіз ADS-B сигналдарын тарататын ұшақтарының күйін бағалау үшін қолданылатын әдіс. Ол бірнеше орындардан және өзге де пайдаланушылардан алынған деректерді пайдалана отырып ұшақтың орнын триангуляциялау арқылы жұмыс істейді. Сондай-ақ

PlanePlotter арқылы Google көмегімен ұшақтардың үш өлшемді көрінісін көруге бола.

BaseStation-бұл ADS - В бағдарламалық декодерлерінің түпнұсқалық пакеттерінің бірі, Бұл тек ADS-V декодерлерін пайдалану кезінде ғана жұмыс жасайтын қосымша, көптеген пайдаланушылар бұл бағдарламалық қамтаманы қолданады, себебі бағдарлама қолдануға ыңғайлы кәсіби радар дисплейімен жабдықталған [5].



2. СПУТНИКТИК ЖЕЛЛЕР КӨМЕГІМЕН АЛЫНАТЫН СУРЕТТЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚОЛДАНЫЛУ АЯСЫ

2.1 NOAA АТР спутниктік ауа райы суреттерін алу

Күн сайын үстімізден NOAA метеорологиялық спутниктері өтіп жатыр. Әрбір NOAA метеорологиялық спутнигі кез келген аймағыңыздағы ауа-райының нақты уақыттағы бейнесі бар кескінді автоматты түрде АРТ сигналдары арқылы тарату. Қуатты антеннамен SDRSharp декодтау бағдарламалық қамтамамен біріктірілген RTL-SDR қабылдағыштары арқылы суреттерді күніне бірнеше рет жүктеу және көрсету үшін пайдалануға болады.

1.2 Кесте – NOAA жерсеріктерінің сигнал тарату және қабылдау жиіліктері

Атауы	Ұшырылған күні	Сигнал тарату жиілігі (МГц)	Сигнал қабылдау жиілігі (МГц)
NOAA-1	11.12.1970	-	-
NOAA-2	15.10.1972	-	-
NOAA-3	06.11.1973	-	-
NOAA-4	15.11.1974	-	-
NOAA-5	29.06.1976	-	-
NOAA-6	27.06.1979	145.000	145.000
NOAA-7	23.06.1981	145.000	145.000
NOAA-8	28.03.1983	145.000	145.000
NOAA-9	12.12.1984	145.000	145.000
NOAA-10	17.09.1986	145.000	145.000
NOAA-11	24.09.1988	145.000	145.000
NOAA-12	14.05.1991	136.770	145.000
NOAA-13	09.08.1993	136.350	145.000
NOAA-14	30.12.1994	136.770	145.000
NOAA-15	13.05.1998	137.620	145.000
NOAA-16	21.09.2000	137.620	145.000
NOAA-17	24.06.2002	137.620	145.000
NOAA-18	20.05.2005	137.9125	145.000
NOAA-19	06.02.2009	137.100	145.000
NOAA-20	18.11.2017	137.9125	145.000

АРТ (Automatic Picture Transmission- Суретті Автоматты Түрде Беру) сигналы үздіксіз берілетін спутниктік сигнал . Бұл кескіндер жолағының пайда болуына алып келеді. Беріліс, кескінді жер үсті станциясы қабылданғанға дейін жалғасады.

АРТ — бұл метеорологиялық спутниктерде қолдануға арналған ,жердің бейнесін аналогтық жіберу жүйесі. Ол бүкіл әлем бойынша қарапайым қабылдау станцияларында метеосуреттер алуды қамтамасыз етеді. Кез келген станцияда жергілікті аймақ деректерін қабылдау, жерсеріктің сол аймақ үстінен өту кезінде жүзеге асырылады. Әрбір спутниктен тәулігіне кемінде екі сурет алуға болады. Суретте тек екі спектрлік канал бар, сондықтан бейне түрлі түсті емес. Суретті бояу және контурларын салу суретті оқуды жеңілдету үшін өңдеу кезінде жасалады

АРТ сигналы тікелей көру сызығымен шектелген, сондықтан да пайдаланушының жердегі станциясына спутник тікелей көрген жағдайда ғана сигнал қабылдай алады. Қабылдағыш станция компоненттері әдетте: антенна, радиоқабылдағыш, демодулятор, спутниктің ұшу сызығын болжауға арналған бағдарламалық қамтама қабылданған сигналдарды жазу және өңдеу бағдарламалық қамтамаларынан тұрады [7].

1.3 Кесте – NOAA 18 жерсерігінің техникалық сипаттамалары

NOAA 18 радиосигнал параметрлері	Параметрдің мәні
Жиілігі көтергіш	137-138 МГц
Салыстырмалы жиілік тұрақсыздығы	$\pm 2 * 10^{-5}$
Поляризация таратушы антеннаның жиіліктерде 137МГц	Оңбағытты айналым
Жиілікте 138МГц	Солбағытты айналым
Антеннаны күшейту коэффициенті	2.1 дб
Таратқыштың қуаты	37.2 дl
Модуляция индексі	$\pm 72^{\circ}$
Манипуляциялар жылдамдығы	1330.8 кбит/с
Сигналдың жиілік жолағы	5.3232 мгц
Жылдамдығы	665.4 кбит/с
Кадр ұзындығы	11090
Подкадр ұзындығы	127, 10240, 108, 95, 520
Беру жылдамдығы кадрлардың сурет	6 кадр/с
Жиілігі жолдарының сурет	360 жолак/мин
Бейне элементтерінің саны	2048

NOAA АРТ метеорологиялық спутниктері өз сигналдарын шамамен 137 МГц жиілікте таратады, сонымен қатар олардың сигналдарында оң , бағытты

айналым поляризациясы бар, яғни сигналдарды дұрыс қабылдау үшін оң бағытты поляризацияланған антенна қажет болады. Ол үшін турникетті антеннаны пайдалана аламыз [12].

Турникеттік антеннамыз бір-біріне перпендикуляр орналасқан дипольдер жұбынан тұратын 137-138 МГц өткізу қабілетіне ие. Антеннаның ұзындығы 1.04 метрге тең. Антеннада артық шуылдар мен шағылысуды азайту балунды қолдану арқылы жүзеге асырылады. Балун ұзындығы $\lambda / 2 = 0,86$ болатын RG58 коаксиалды кабелін қолдана отырып жасалған S11 антенна параметрлерінің өлшемдері модельдеу нәтижесінде алынған мәліметтерге өте жақсы сәйкес келеді. Төрт диапазонды антенна негізгі цилиндрдің айналасында тең қашықтықта орналасқан 1/2 айналымдағы төрт спиральдан тұрады. Төрт диапазонды антеннаның өлшемдері төмендегі теңдеуін қолдана отырып есептеледі.



2.1 Сурет – Турникетті антенна.

Жартылай жазықтықтың спиральды компоненттерінің ұзындығы, L.

Қарапайым радиоқабылдағыштар арқылы жер бедерін алуға мүмкіндік беретін тағы бір спутниктің түрі ол Метеор-М.

“Метеор-М” - бұл 2014 жылғы 8 шілдеде ұшырылған полярлы орбиталық Ресейлік метеорологиялық спутнигі. Оның негізгі міндеттері-ауа-райын болжау, климаттың өзгеруін бақылау, теңіз суын бақылау, сараптама жасау.

Метеор-М спутнигі NOAA спутниктері суреттеріне ұқсас спутниктік ауа-райының суреттерін нақты уақыт режимінде көрсететін жоғары сапалы кескін беру сигналымен (LRPT) жабдықталған. Алайда, LRPT кескіндері әлдеқайда

сапалы, себебі олар NOAA APT аналогтық сигналдарына қарағанда 12 есе үлкен кескін сапалы сандық сигнал ретінде беріледі. Бұл сигналдарды қабылдау үшін қарапайым RTL-SDR немесе едәуір қымбат Aispyr және Funcube кілттерін пайдалануға болады.



2.2 Сурет – Meteor-2 M2 спутнигінен RTL-SDR көмегімен алынған суреттері

2.2 GOES 16/17 және GK-2A геостационарлы жерсеріктері

Ең алғаш 1929 жылы словениялық ғарыштық технологиялар инженері Герман Поточник геостационарлық жер орбитасын сипаттады. Техникалық тілде орбита геостационарлық немесе геосинхронды экваторлық орбита деп аталады. Бұл орбитаның ғарыштық станциялар үшін де тиімді тұсары көп болды.

Геостационарлық орбита немесе геосинхронды экваторлық орбита — бұл жер экваторынан 35,768 шақырым биіктікте экватор бойымен орналасқан орбита. Геостационарлық орбитада орналасқан спутниктер жердің айналу бағытымен жердің бұрыштық жылдамдығына тең жылдамдықпен айналады, ол 3075 км/с-қа тең.

1959 жылы «Hughes Aircraft» атты ғарыштық технологиялар орталығының жетекшісі Гарольд Розен алғашқы геостационарлық спутникті ойлап тапты. Гарольд Розен өзінің ойлап тапқан спутнигін жахандың байланыс орнату мақсатында қолданғысы келді.

Ең алғашқы геостационарлы «Syncom 3» атты спутник 1964 жылдың 19 тамызында геостационарлы орбитаға көтерілді. Ол спутник телетрансляцияларды көрсетуге қолданылды. Қазіргі таңда геостационарлы орбита бойында 450 шамасында спутниктер бар.

GOES 16/17 және GK-2A-бұл метеорологиялық деректерді кескіндер мен жоғары сапалы жер суреттерді беретін геосинхронды метеорологиялық спутниктер. Ол жердің толықтай жарты бетін жоғары сапада түсіруге мүмкіндік беретіндей алыс қашықтықта орналасқан. Бұл спутниктер геосинхронды орбитада болғандықтан, олар әрқашан космоста бір күйде болады, сондықтан ешқандай қосымша бақылау жабдықтары қажет емес. GOES 16/17 және GK-2A спутниктерінен NOAA APT немесе Meteor.жерсеріктерінде секілді межелеген орбита бойымен өтуін күтпей ақ тәулік бойы жер бейнесін алуға болады.

Алайда геостационарлы жерсеріктерден метеорологиялық суреттерді алу үшін RTL-SDR қабылдағышы мен компьютерлік бағдарламалық қамтамалар жеткіліксіз. Геостационарлы жерсеріктерден сигнал қабылдау үшін қуатты парабалалық антенналар қажет болады.



2.3 Сурет – RTL-SDR көмегімен GOES-17 спутнигінен тікелей алынған жер бейнесі

Қазіргі уақытта төртінші буынды NOAA GOES, GOES-16 және GOES-17 спутниктері белсенді. Олар HRIT сигналдарын жібереді, сонымен қатар үшінші буынды GOES-15 және жапондық Himiwarі8 спутниктерінің ортақ деректерін

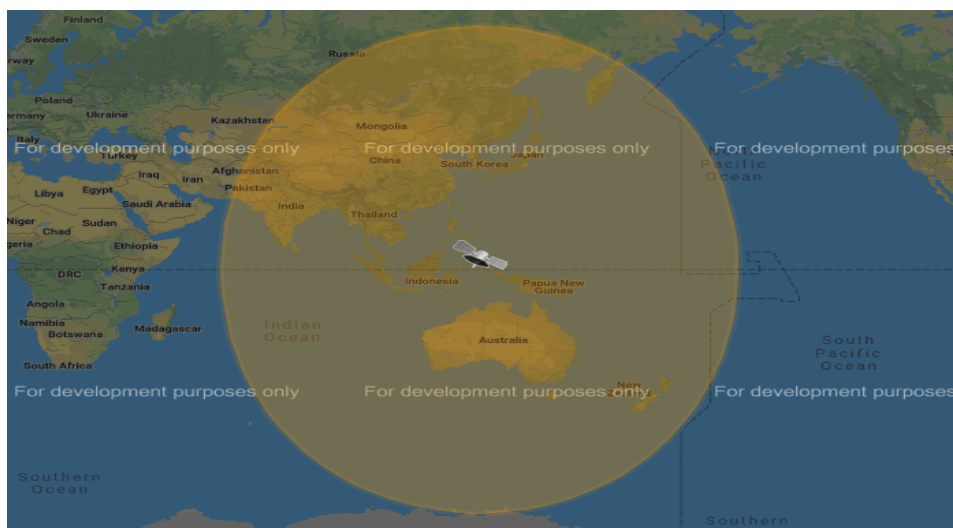
жібереді. Қазіргі уақытта GOES-16 және GOES-17 жердің жартылай толық бетінің суреттерін әр 30 минут сайын түсіреді, ал АҚШ-тың үлкен "мезоскалалық" суреттері әр 15 минут сайын жаңарып отырады. GOES-16 және GOES-17 сәйкесінше GOES-EAST және GOES-WEST деп те аталады. Осы спутниктердің кем дегенде біреуін Солтүстік /Оңтүстік Америка, Канада, Аляска / Гавайи, Жаңа Зеландия, Шығыс Австралия және Тынық мұхиты аралдарының бейнесін алуға болады.

Сондай-ақ, резервтік орбиталарға шығарылған GOES-15 және GOES-14 жоғары буыны бар. Олар суреттерді аз жылдамдықпен қамтамасыз ететін LRIT сигналдарын таратады.

Қазіргі таңда корейлік GK-2A спутнигі бар, ол GOES спутнигіне өте ұқсас келеді. GK-2A Қазақстанның шығыс және оңтүстік өңірлері, Ресейдің шағын бөлігін, сонымен қатар Австралия, Жаңа Зеландия Үндістанды қамтиды. 2019 жылдың шілдесінен бастап COMS-1 GK-2A-ға ауыстырылды. GOES-тен хайырмашылығы, GK-2A кескіндері шифрланған. Бірақ қазір интернет желісінде шифр кілттерін табуға болады.

GK-2A құрамында LRIT және HRIT арналары бар, бірақ қазіргі уақытта тек LRT арнасын қол жетімді бағдарламалық қамтама арқылы шешуге болады. LRIT арнасы 2200 x 2200 сапалық бейнелерді әр 10 минут сайын жібереді. Бірақ бұл 5424 x 5424 сапалы GOES бейнелерімен салыстырғанда едәуір төмен, алайда пайдалы ақпарат алу үшін жеткілікті үлкен.

HRIT сигналдарының өткізу қабілеті 5 МГц диапазонында. Сондықтан да кең жолақты SDR қабылдағыштары қажет болады, сонымен қатар HRIT сигналдарының өткізу қабілетінің кеңдігінен SDR қабылдау құрылғысына қосымша парабалалық антенналар қажет болады [1].



2.4 Сурет – GK-2A жерсерігінің қамту аймағы

3. RTL-SDR КӨМЕГІМЕН СПУТНИКТІК СУРЕТТЕРДІ НАҚТЫ УАҚЫТТА АЛУ НҮСҚАУЛЫҒЫ

Қазіргі таңда NOAA жерсеріктеріне метеорологиялық суреттерді алу әуесқойлар арасында кеңінен қолданылады. NOAA жерсеріктері бізге нақты уақыт режимінде қолжетімді RTL SDR қабылдағыштары мен компьютердің көмегімен жер кескінін алуға мүмкіндік береді. Суреттерді алу қандай да бір құпия кодтарды немесе лицензияны қажет етпейді. Суреттер жалпыға бірдей қол жетімді, сол себепті де жаңадан бастаушы әуесқойлар арасында танымал. Алынған кескін арқылы өзіміздің тұрғылықты аймағымыздың ауа райын болжай аламыз. Атап айтқанда жауын бұлттарының қозғалысын, жел жылдамдығын, ауа температурасын визуалды көру, аймақтың түрлі түсті бейнесін аламыз.

NOAA жерсеріктерінен бейне алудың кемшіліктері де жоқ емес. Біз бейнені өзіміз қалаған уақытта ала алмаймыз, себебі бейне алу үшін жерсерік тұрғылықты аймақтың үстінен ұшып өтуі тиіс. Кейде бейне алу барысында қажетті жерсерікті күту уақыты алты сағатқа дейін созылады, бұл сәйкесінше қолданушы үшін тиімсіз. Сонымен қатар алынған суреттің сапасы да біз ойлағандай бола бермейді. Бейненің сапалы шығуына көптеген факторлар әсер етеді. Біздің тұрғылықты жердің локациясынан бастап қолданылатын қабылдағыш, антенна, кабель барлығы әсер етеді.

Жерсеріктен кескінді алу үшін бізге алдымен жеке компьютерімізге бірнеше бағдарламалық қамтамалар орнатуымыз керек.

3.1 Негізгі бағдарламалық қамтамалар

Алдымен SDRSharp бағдарламасын жүктеп, орнатуымыз керек. SDR Sharp қолданыстағы танымал RTL-SDR бағдарламалық қамтамасы. Басқа SDR бағдарламалық қамтамаларымен салыстырғанда пайдалану оңай және қарапайым, орнатылуы өте жеңіл келеді. Бағдарламаны орнату үшін (<https://airspy.com/download/>) сілтеме арқылы кіріп, бағдарламаны жүктейміз (3.1-сурет). Жүктелінген бағдарламаны дербес компьютердің загрузки бөлімінен тауып 3.2-суретке сәйкес бағдарламаны орнатамыз.

Программно-определяемый радиопакет (журнал изменений))

Загрузить

Этот пакет содержит:

- SDR# (SDRSharp) **редакция 1855** (2022-03-26) – Лучшее бесплатное программное обеспечение SDR для ключей Airspy и RTL-SDR!
- Драйверы Airspy
- Драйвер HackRF
- Водитель USRP
- Драйвер RTL-SDR (сценарий ручной установки)

Если вы ищете последнюю сборку SDR# без кожи, проверьте здесь. Для получения последней сборки SDR# со складными панелями проверьте здесь. Последнюю сборку dotnet 4.x (1784) можно найти здесь. Эти пакеты также содержат устаревшие средства поддержки оборудования. Последнюю сборку dotnet 5.x (1831) можно найти здесь.

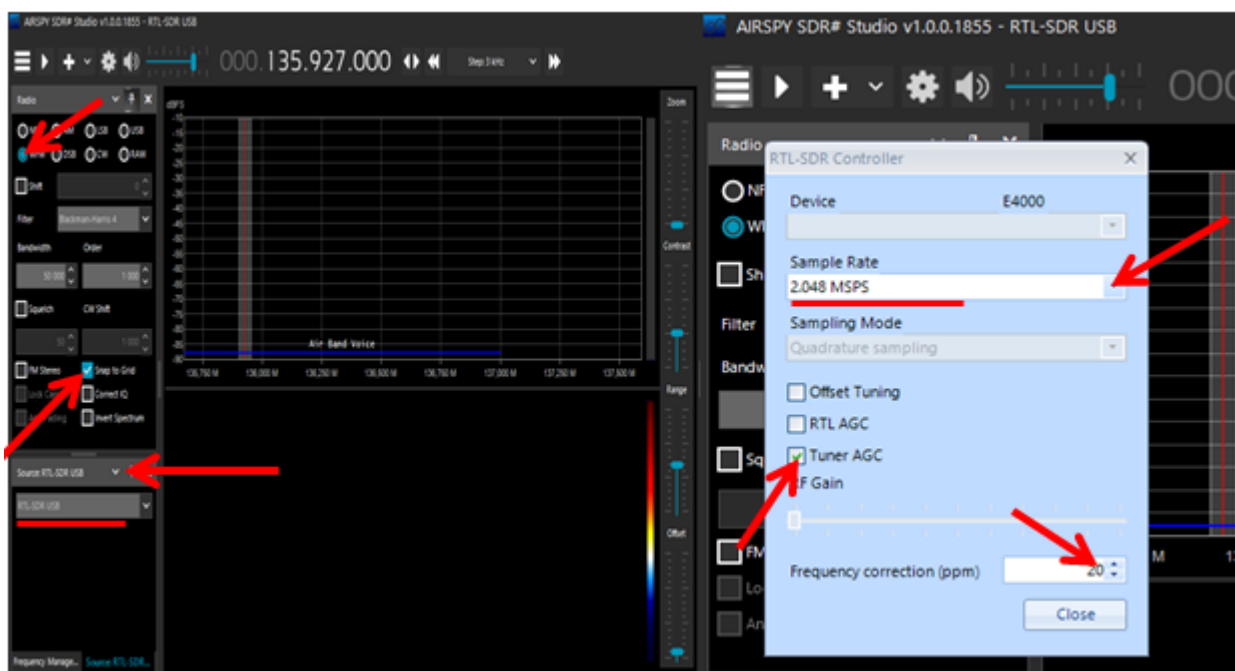
3.1 Сурет – SDRSharp бағдарламасын жүктеу

Имя	Размер	Сжат	Тип	Изменен	CRC32
Penlmc_cor3.dll	140 232	62 764	Расширение при...	26.03.2022 18:27	808BDFE9
Plugins.xml	161	123	Документ XML	27.01.2021 15:11	5927356A
PortAudio.dll	89 544	41 359	Расширение при...	26.03.2022 18:27	8F71074C
PresentationNat...	937 416	435 150	Расширение при...	26.03.2022 18:27	3825CBE9
pthreadVCE2.dll	69 576	25 101	Расширение при...	26.03.2022 18:27	8593DCA1
sdriq.dll	21 448	12 699	Расширение при...	26.03.2022 18:27	170867C0
SDRSharp.config	5 178	1 460	XML Configuratio...	18.01.2022 19:42	0919FFC2
SDRSharp.dll.co...	37 338	1 461	XML Configuratio...	18.01.2022 17:53	248DC20D
SDRSharp.exe	192 982 824	80 701 721	Приложение	26.03.2022 18:27	03E4EF90
SDRSharp.py	20 610	2 150	Документ XML	07.02.2021 15:04	13B07D1A
shark.dll	371 656	150 461	Расширение при...	26.03.2022 18:27	76AAD1FF
sni.dll	127 944	67 320	Расширение при...	26.03.2022 18:27	767B9AE0
SRDLL.dll	75 208	41 370	Расширение при...	26.03.2022 18:27	7DD2DC8D
start.bat	44	44	Пакетный файл ...	23.12.2021 21:29	6F07AAF3
uhdwrapper.dll	21 960	11 992	Расширение при...	26.03.2022 18:27	F5C918AD
unzip.exe	167 936	76 085	Приложение	27.01.2021 17:46	C1918EA8
vcruntime140_e...	77 256	42 701	Расширение при...	26.03.2022 18:27	2B20344F

Имя	Дата изменения	Тип	Размер
zadig	18.04.2022 7:26	Приложение	5 038 КБ
SDRSharp	26.03.2022 18:27	Приложение	188 460 КБ
SRDLL.dll	26.03.2022 18:27	Расширение при...	74 КБ
uhdwrapper.dll	26.03.2022 18:27	Расширение при...	22 КБ
vcruntime140_cor3.dll	26.03.2022 18:27	Расширение при...	76 КБ
wpfgfx_cor3.dll	26.03.2022 18:27	Расширение при...	1 756 КБ
Penlmc_cor3.dll	26.03.2022 18:27	Расширение при...	137 КБ
PortAudio.dll	26.03.2022 18:27	Расширение при...	88 КБ
PresentationNative_cor3.dll	26.03.2022 18:27	Расширение при...	916 КБ
pthreadVCE2.dll	26.03.2022 18:27	Расширение при...	68 КБ
sdriq.dll	26.03.2022 18:27	Расширение при...	21 КБ

3.2 Сурет – SDRSharp бағдарламасын орнату

Бағдарламаны орнатып болғаннан соң ішкі баптауларын өзгертуіміз тиіс.



3.3 Сурет – Бағдарламаның ішкі баптаулары

Келесі кезекте бізге қажетті бағдарлама WXtoImg бағдарламалық қамтамасы.

WXtoImg-бұл NOAA және WEFAX типті метеорологиялық спутнигінің толық автоматтандырылған декодері. Бағдарлама Windows, Linux және macOS-тың барлық нұсқаларында сигналды жазуға, декодтауға, өңдеуге және қарауға мүмкіндік береді. WXtoImg нақты уақыт режимінде сигналдарды декодтауды, кескінді визуалды көруді, кескін түсін жақсартуларын, 3D кескіндерін, анимацияларды, көп жолды кескіндерді, мәтіндік жазуды, веб-беттерді автоматты түрде сақтауды, температураны көрсетуді, GPS өзара әрекеттесуін, кең форматты композициялық кескіндерді жасауды және көптеген метеорологиялық спутниктік радио қабылдағыштарды (RTL-SDR) компьютерде басқаруды қамтамасыз етеді.

Бағдарламаны жүктеу үшін <https://wxtoimgrestored.xyz/downloads/> ресми сайтына кіріп өзімізге қажетті нұсқасын жүктейміз. Менің жағдайымда Windows үшін “WxtoImg 2.10.11” нұсқасы (3.4-сурет).

WXtoImg версии 2.10.11 (последняя стабильная версия)

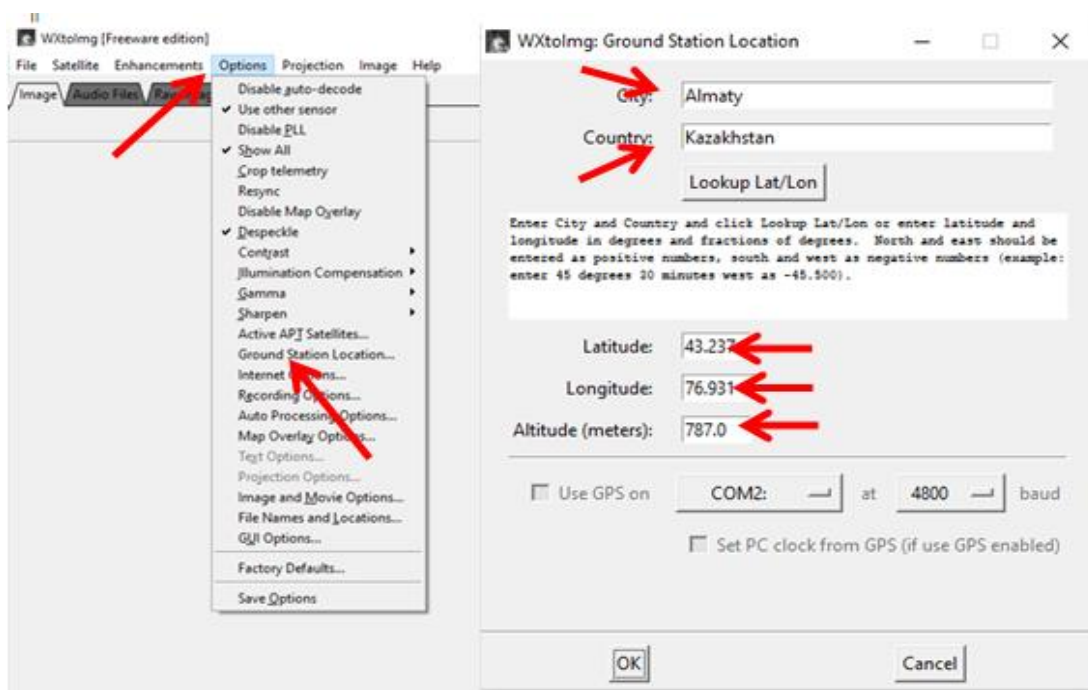
Заметка: При обновлении не удаляйте WXtoImg первым, просто выйдите из WXtoImg и установите новую версию поверх старой версии.

- [Windows](#) — установочный пакет для Windows 95/98/ME/XP/2000/NT/2003/Vista/7/8 и более поздних версий для Intel и совместимых процессоров (8,52 МБ)
- [Mac OS X](#) — универсальный двоичный файл для MacOS X 10.4 и более поздних версий на процессорах Macintosh G4, G5 и Intel (16,9 МБ)
- [Пакет linux .deb](#) — Ubuntu, Debian и другие Linux с поддержкой dpkg на Intel и совместимых процессорах (8.02МБ)
- [Linux RPM](#) — RedHat и другие RPM совместимые Linux на Intel и совместимых процессорах (8.00МБ)
- [Linux / FreeBSD tar.gz](#) — Slackware и другие Linux без поддержки пакетов и для FreeBSD с совместимостью с Linux на Intel и совместимых процессорах (8.06МБ)
- [64-разрядная версия Linux tar.gz](#) — Ubuntu 8.10 и более поздние AMD64 и другие новые 64-разрядные Linux на процессорах Intel и AMD64 (8,51 МБ)

3.4 Сурет – WxtoImg бағдарламасын жүктеу

Жүктелгеннен кейін бірден “Загрузки” бөлімінен тауып, үстін тінтуірдің сол жақ батырмасымен екі рет басып бірден орнатамыз. Бағдарламаны қолданбас бұрын өзімізге қажетті баптауларын жасаймыз.

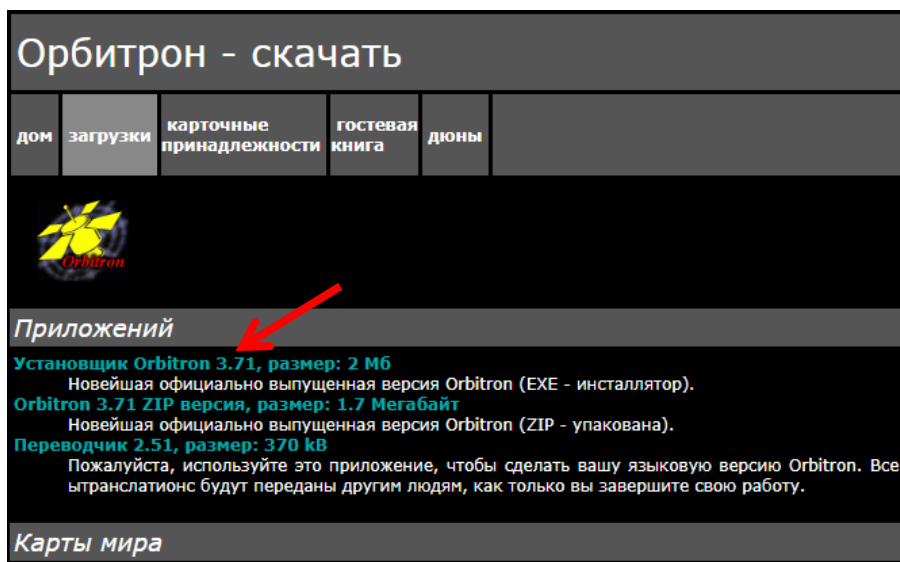
Ең алдымен өзіміздің орналасқан жерімізді бағдарламаға енгізуіміз қажет. Ол үшін бағдарлама мәзірінен **Options** бөлімін таңдап аламыз. Сол бөлімнің ішінен **Ground Station Location** бөлімін таңдау арқылы өзіміздің тұрған орнымыздың координаталарын енгіземіз (3.5-сурет). Менің жағдайымда Ендік 43.2371°, Бойлық 76.9313°, Биіктік 787 м.



3.5 Сурет – WxtoImg бағдарламасының ішкі баптаулары

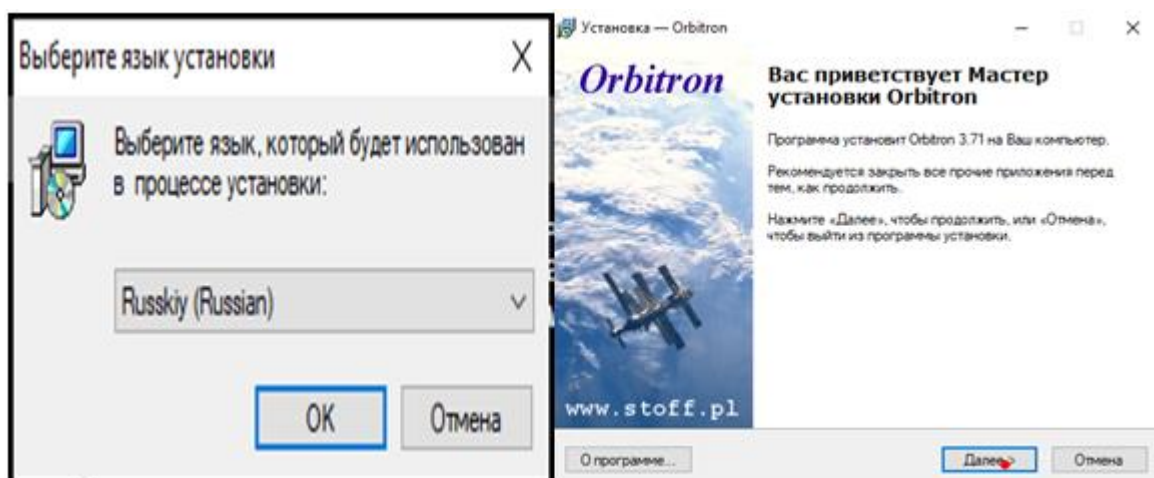
Orbitron- спутниктерді бақылауға арналған бағдарламалық қамтама. Бағдарлама әуесқойлар арасында сондай ақ кәсіби мамандар арасында да кең танымал. Бағдарлама нақты уақыт режимінде де, симуляция режимінде де спутниктердің орнын көрсетеді. Бағдарлама әлемдегі көптеген қолданушылардың пікірінше, ең қарапайым, сонымен бірге, ең қуатты спутниктерді бақылау бағдарламаларының бірі болып саналады.

Бағдарламаны орнату үшін <http://www.stoff.pl/> сілтемесі арқылы кіріп бағдарламаның соңғы нұсқасын жүктейміз (3.6-сурет).



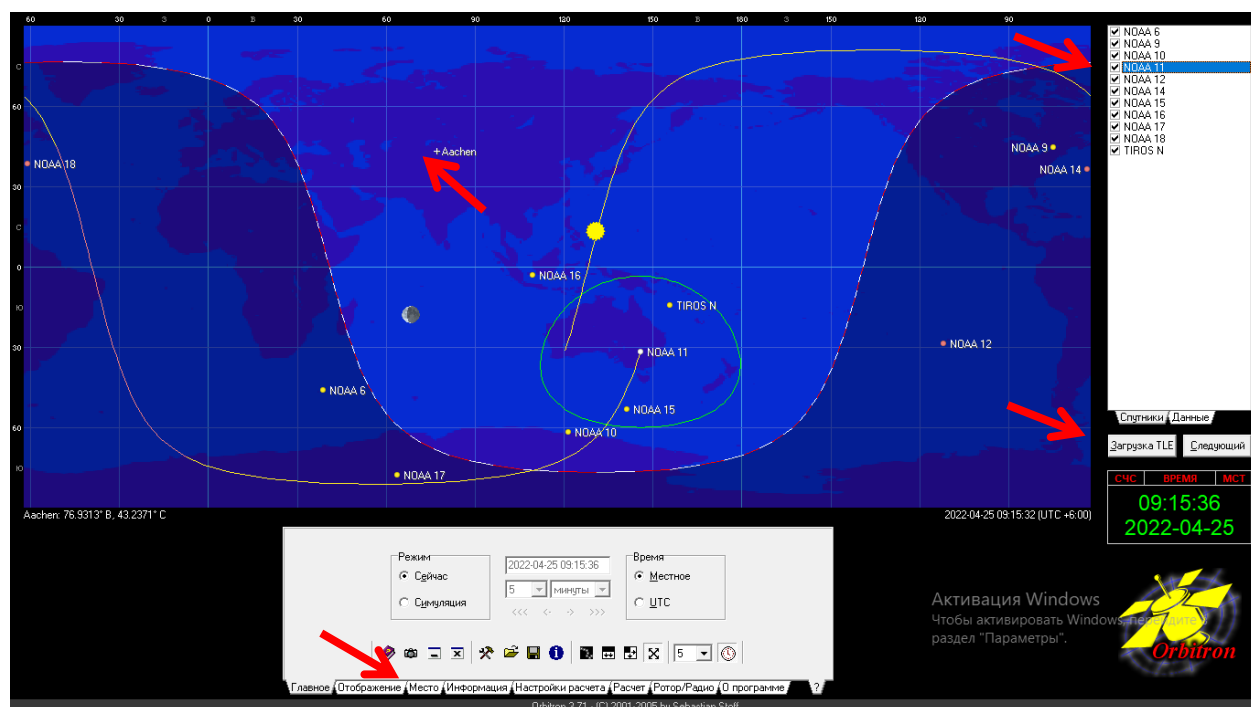
3.6 Сурет – Orbitron бағдарламасын жүктеу

Келесі кезекте бағдарламаны орнатамыз. Жүктелген файлды ашу арқылы орнату бөліміне өтеміз. Орнату барысында қолдануға ыңғайлы тілді таңдап алып “ОК” батырмасын басамыз. Ары қарай керекті түсіндірмелерді оқып “Далее” батырмасын басамыз, бірнеше секундтан соң бағдарлама орнатылады (3.7-сурет).



3.7 Сурет – Orbitron бағдарламасын орнату

Орнатылған бағдарламаны ашып ішкі баптауларын жасаймыз.



3.8 Сурет – Orbitron бағдарламасының жұмыс беті

Алдымен орналасқан орнымыздың координаттарын енгізуіміз қажет. Ол үшін “Место” батырмасын басып ендік пен бойлықтың мәндерін енгіземіз. Координат енгізілген соң орналасқан орнымыз “+” белгісімен картада белгіленеді. Келесі кезекте өзімізге қажетті жерсеріктерді таңдап аламыз. Бағдарлама бізге бір мезетте екі мың жерсерікке дейін таңдауға мүмкіндік береді. Ол үшін “Загрузка TLE” батырмасын басып қажетті жерсеріктер тізімін таңдап жүктеп аламыз, жүктелінген жерсеріктердің ішінен қажеттілерін белгілеп картадан визуалды бақылай аламыз.

Бағдарламада жерсеріктерді нақты уақытта немесе симуляция режимінде бақылай аламыз. Симуляция режимінде қажетті уақытты қойып дәл сол сәтте жерсерік қай жерде болатынын біле аламыз. Бұл бізге спутниктік сурет алу барысында уақыт үнемдеуге мүмкіндік береді.

3.2 Қажетті жабдықтар

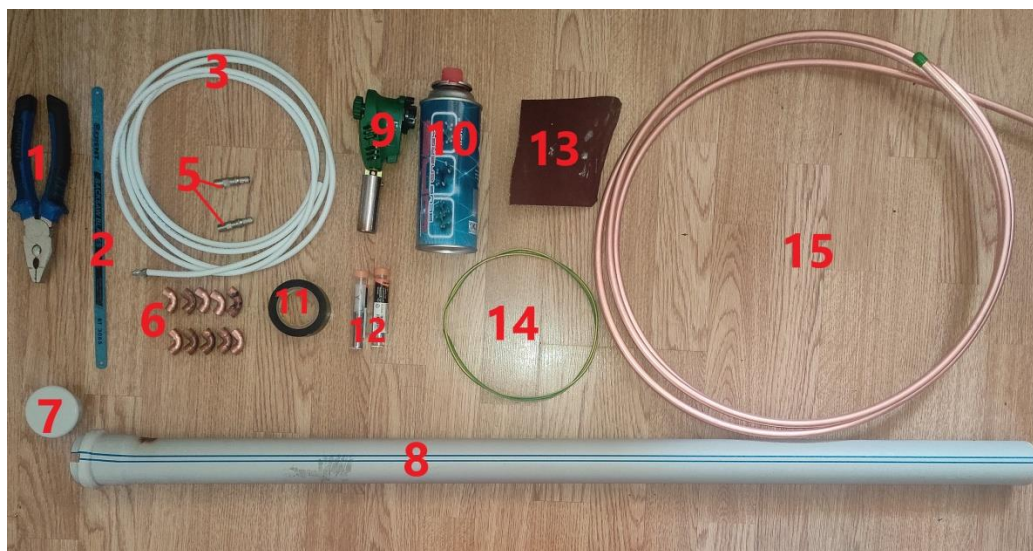
Бағдарламаларды орнатып болғаннан соң бізге RTL-SDR қабылдағышы қажет болады (3.9-сурет) . RTL-SDR қабылдағыштары 2 ГГц жиілікке дейінгі кез келген сигналдарды қабылдауға мүмкіндік беретін қабылдағыш түрі.



3.9 Сурет – RTL-SDR қабылдағышы

Біздің мақсатымыз үшін RTL-SDR қабылдағышының штаттық антеннасының қуаты жеткіліксіз. Себібі штаттық антенна 137 МГц жиіліктегі сигналдарды тиімді қабылдай алмайды. 137 МГц жиіліктегі сигналдарды тиімді қабылдау үшін турникетті антенна қажет болады.

Турникетті антенна құрастару үшін бізе келесі заттар қажет болады (3.10-сурет).



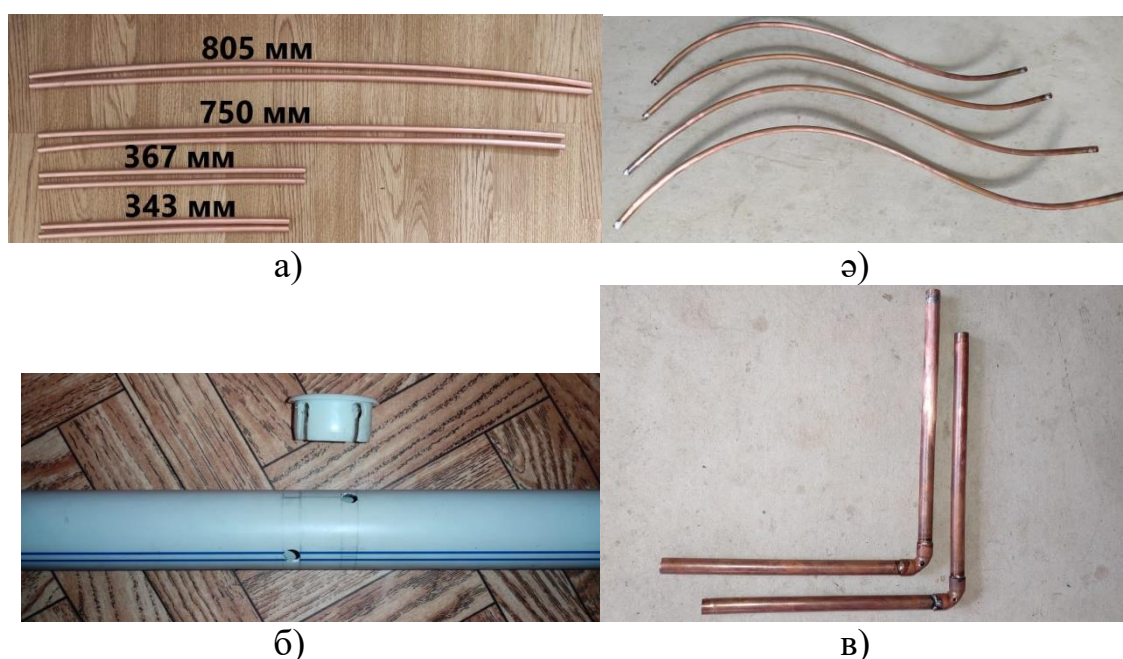
3.10 Сурет – Антеннаға қажетті жабдықтар

Қажетті заттар тізімі:

- Тістеуіш;
- Темір кескіш ара;
- Коаксиалды кабель, ұзындығы 4 м;
- Электрлік дәнекерлеуші құралы;
- Коаксиалды штекерлер;
- Мыс бұрмалары, он дана, 90°;

- Кәріз қақпағы, диаметрі 50мм;
- Кәріз құбыры, ұзындығы 1,5м, диаметрі 50;
- Газ оттығы;
- Газ балоны, 0,5л;
- Оқшаулағыш таспа;
- Дәнекерлеуге арналған қалайы сымы;
- Қағаз қайрақ;
- Мыс сымы, ұзындығы 1м, диаметрі 1,5мм;
- Мыс түтікшесі, ұзындығы 4,5м, диаметрі 10 мм;

Алдымен кескіштің көмегімен мыс түтікті қажетті өлшеммен кесіп аламыз (3.11 а-сурет). Кесілген мыс сымдарды қажетті түрге иіп аламыз (3.11 ә-сурет). 367 мм және 343 мм-лік түзу түтіктерден бір-біреуден алып ортасынан қақ бөлеміз, бөлінген түтіктердің ұзыны мен қысқасын алып 90 °-тық бұрманың көмегімен дәнекерлейміз (3.11 в-сурет). Келесі кезекте кәріз құбыры мен кәріз қақпағын аламыз. Кәріз құбырын жоғарыдан бастап есептегенде 56 см төменнен бұрғының көмегімен диаметрі-1 см етіп саңылау жасаймыз, тағы 3см төмен түсіп құбырды 90° қа бұрып дәл алдыңғыдай саңылау жасаймыз. Кәріз қақпағын аралары өзара 90° болатындай етіп ені бір сантиметрлік төрт тілік жасаймыз(3.11 б-сурет).

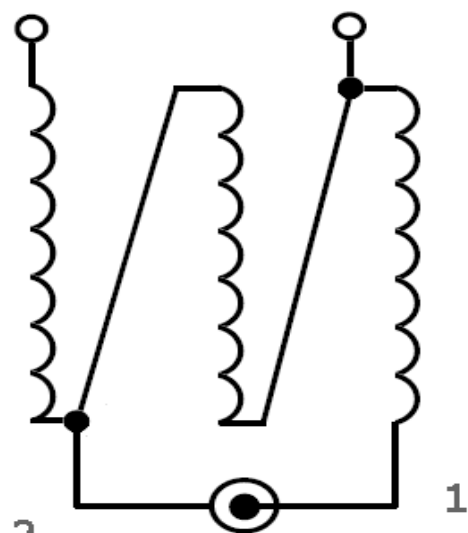


3.11 Сурет – Құрамдас бөліктерді өлшеу, кесу

Келесі балун жасауға кірісеміз. Балун дипольді антеннаны коаксиалды кабельмен жалғауға мүмкіндік беретін құрал. Балун жасау үшін бізге 20 г-дық сприш және диаметрі 1 см, 1 м-лік оқшауланған мыс сым қажет болады. Алдымен спришты (3.12 а-сурет) суретке сай етіп саңылаулар жасап аламыз, саңылаулар арқылы мыс сымды өткізіп схемаға сай сымды ораймыз, әр сымның орам саны 2-ге тең (3.12 ә, б-сурет).



а)



ә)



б)

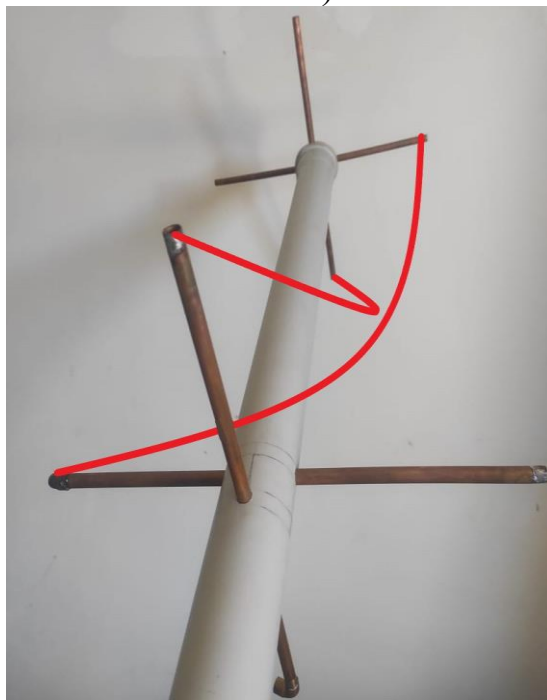
3.12 Сурет – Балун сұрылысы

Ең алдымен балунның екі шықпасын коаксиалды кабельдің екі тоғына жалғаймыз, жалғанған орынды ыстық желімнің көмегімен оқшаулаймыз. Балунның келесі екі шықпасын 3.2.3 в-суретіндегі екі бөлшекке бір-біріне тимейтіндей етіп дәнекерлейміз (3.13 а-сурет). Пайда болған бөлшекті кәріз құбырына орналастырамыз. Ол үшік коаксиалды кабельдің бір жағын құбырдың ішінен өткізіп аламыз, мыс түтіктерін алдын ала кесілген кәріз қақпағына орналастырап қақпақты жабамыз (3.13 ә-сурет). Қалған екі түзу түтіктерді құбырда жасалған саңылаулардан өткіземіз (қысқасын үстінгісіне, ұзынын төменгісіне). Жоғарғы және астыңғы түтіктерді иілген түтіктер арқылы газ оттығының көмегімен суретке сай дәнекерлейміз (3.13 б-сурет). Дәнекерлеу жұмыстарын ауа алмасуы жақсы және өрттен қауіпсіз жерде жасаған жөн. Нәтижесінде 137 МГц жиіліктегі сигналдарды қабылдауға қабілетті антенна пайда болады



а)

ә)



б)

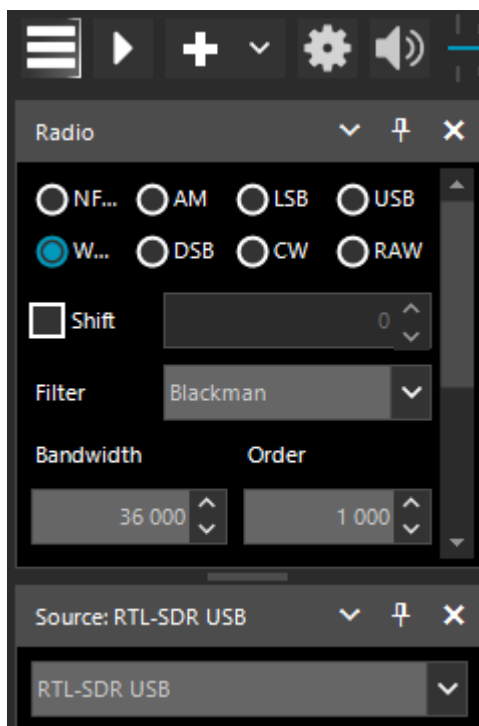


в)

3.13 Сурет – Турникетті антенна

3.3 Спутник суреттерді алу барысы

NOAA жерсеріктерінен суреттерді алу үшін алдымен RTL-SDR қабылдағышын дербес компьютердің USB портына қосамыз. Қабылдағышқа өзіміз жасаған антенналы кабель жалғап, антеннаны қедергілері аз айналасы ашық, биіктеу жерге орнатамыз. Келесі «SDRSharp» бағдарламасын іске қосып «Source» бөлімінен радиоқабылдағыштың түрін таңдап аламыз, бізде бұл RTL-SDR USB радиоқабылдағышы. Radio бөлімінен «WFM» сигнал қабылдау режимін таңдаймыз, сигнал қабылдау жолағын 36000-ға қоямыз (3.14-сурет).



3.14 Сурет – SDRSharp бағдарламасының баптауы

Келесі кезекте «Orbitron» бағдарламасын іске қосамыз. Оң жақ жоғарғы бұрыштан қажетті жерсеріктерді белгілеп аламыз, белгіленген жерсерік ортадағы басты экраннан көрінеді. Экранда жерсеріктердің ұшу траекториясын, сигнал тарату аймағын көре аламыз. Экранның төменгі жағынан бағдарламаның қосымша функцияларын көреміз (3.8-сурет). Бұл жерде біз симуляция режимін таңдап уақытты өзгертіп, оң жақ астыңғы бұрыштағы радарға қарай отырып жерсеріктің біз орналасқан аймақтан ұшып өту уақытын көре аламыз. Бұл режим бізге сигналды қабылдауға алдын ала дайындалып қажетті жұмыстарды жүргізуге мүмкіндік береді. Қажетті жерсерік таңдалғаннан кейін оң жақ ортада орналасқан «Данные» батырмасын басып жерсерік туралы толық ақпаратты ала аламыз (3.15-сурет). Бұл ақпараттар SDRSharp бағдарламасында қабылдағыш баптауларын түзетуге мүмкіндік береді.

NOAA 15	
Долгота	75.9150° 3
Широта	14.2772° С
Выс. (км)	812.076
Азим.	330.2°
Выс.	-56.5°
Пр.восх.	13h 40m 31s
Склон.	-12° 51' 59"
Дист.(км)	116 02.935
RRt (км/с)	3.631
Скор.(км/с)	7.446
Направл.	Нисходящ.
Затмение	В тени
CA (фаза)	351.6° (249)
TA	351.6°
№ витка	124 597
Вел.(осв.)	Не виден
Constellation	Vir

3.15 Сурет – NOAA-15 жерсерігінің мәліметтері

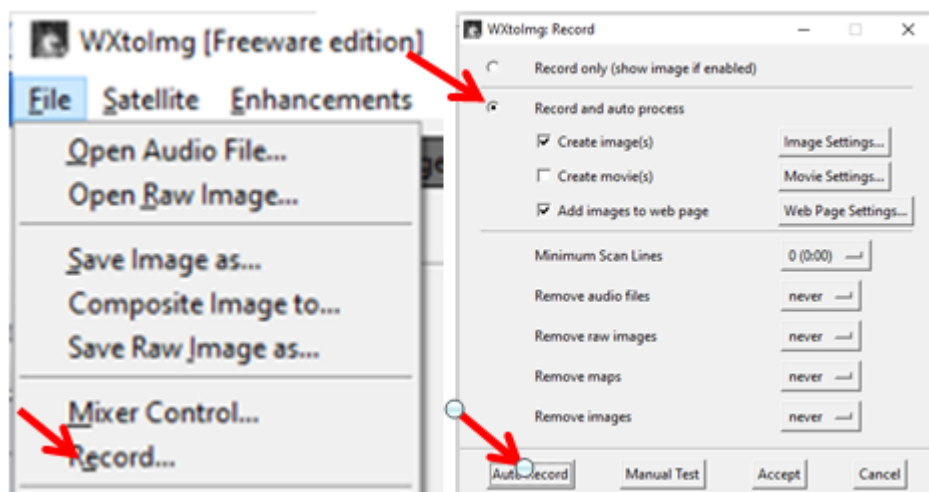
Келесі кезекте WxtoImg бағдарламасын іске қосамыз. Бағдарламада нақты уақыт режимінде сурет алу үшін бағдарлама баптауларына өзгертулер енгізуіміз керек. ол үшін «Recording Options» бөліміне кіріп, дыбысты сигнал көзін таңдаймыз. Біздегі сигнал көзі SDRSharp бағдарламасы. SDRSharp бағдарламасында спутниктік сигнал дыбыстық сигналға түрлендіріліп WxtoImg бағдарламасына жібереді (байланыс орындалу үшін екі бағдарлама да қосулы болуы тиіс).

Барлық бағдарламалар дұрыс жұмыс жасап тұрғандығына көз жеткізіп сурет алу процесіне көшеміз. Orbitron бағдарламасын ашып қажетті жерсеріктің өзіміз орналасқан аймақтың үстінен ұшып өту уақытын қараймыз. Бағдарламада жерсеріктің үстін тінтуірдің сол жақ батырмасын екі мәрте басу арқылы жерсеріктің сигнал тарату жиілігін көре аламыз (3.16-сурет). Сигнал қабылдау жиілігін SDRSharp бағдарламасына енгізіп «Start» батырмасын басамыз. Қажетті жерсерік антеннаның тікелей көру аймағына болғанда, экраннан сигналдың келуін байқаймыз. Осы сәтте WxtoImg бағдарламасында File бөліміндегі Record бөліміне кіреміз, 3.16-суретке сәйкес ішкі бөлімдеріне өзгертулер енгізіп Auto Record батырмасын басамыз, сурет алу процесі басталады.

NOAA 18				
Азимут	Dnlink/МГц	Прием/доплер	Режим Dnlink	Драйвер
131.0	137.770000	137.768032		WispDDE
Высота	Uplink/МГц	Передача/доплер	Режим Uplink	Объект
1.1	145.000	145.002071		Спутник

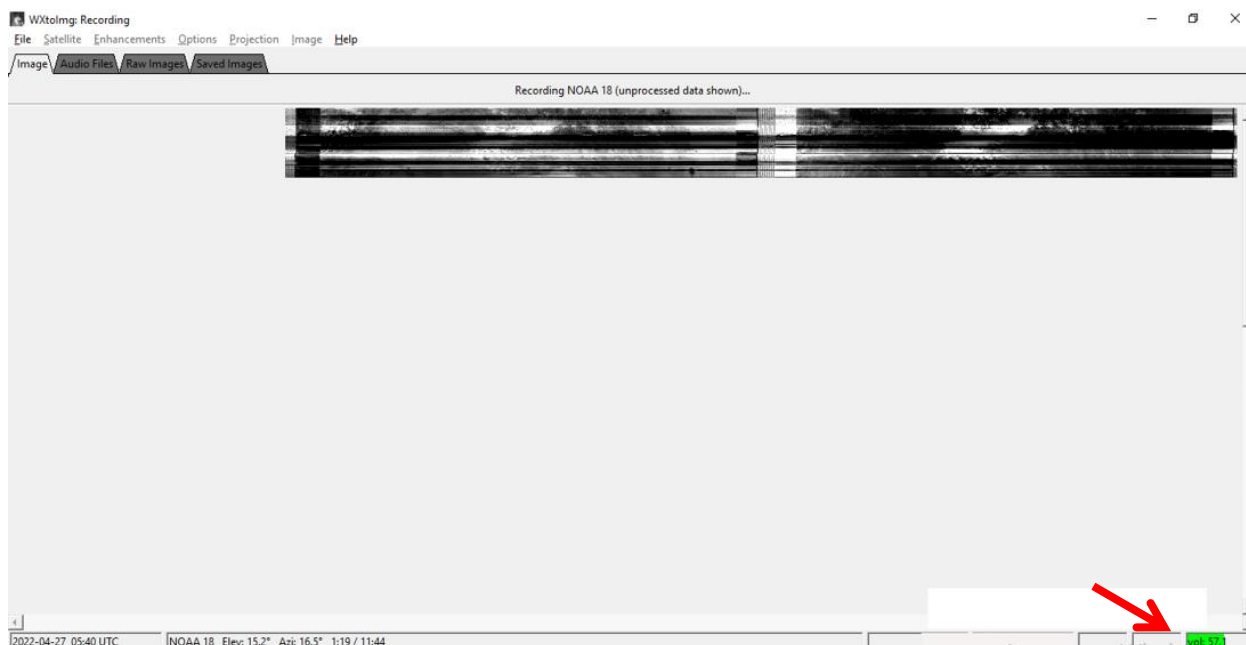
Выберите и запустите драйвер

3.16 Сурет – NOAA-18 жерсерігінің сигнал тарату және қабылдау жиіліктері



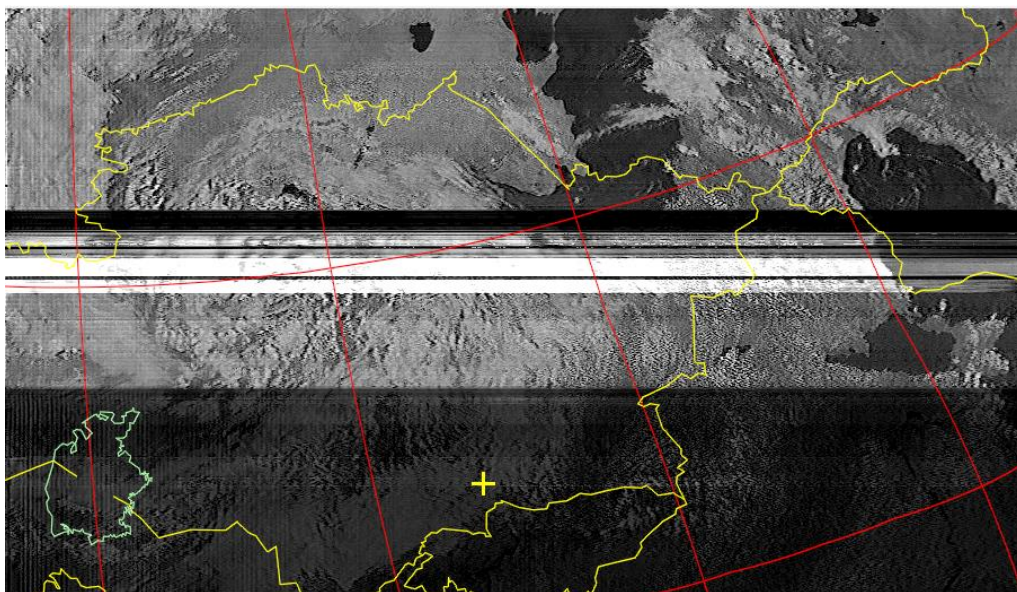
3.16 Сурет – WxtoImg бағдарламасында сурет алу процесін бастау

Сурет алу барысында дербес компьютердің дыбысын барынша ұлғайтып сыртқы дыбыстардың болмауын қамтамыз етуіміз жөн. Себебі WxtoImg бағдарламасы сигналды SDRSharp бағдарламасынан микрофон арқылы қабылдайды. WxtoImg бағдарламасында сигнал деңгейін оң жақ астыңғы бұрыштан байқай аламыз. Егерде сигнал деңгейі жеткілікті болса экранда қара-ақ жолақты суреттер пайда бола бастайды (3.17-сурет). Кескін толық пайда болып, жерсеріктік сигнал тоқтағаннан кейін бағдарлама автоматты түрде кескінге контурларын жүргізеді.

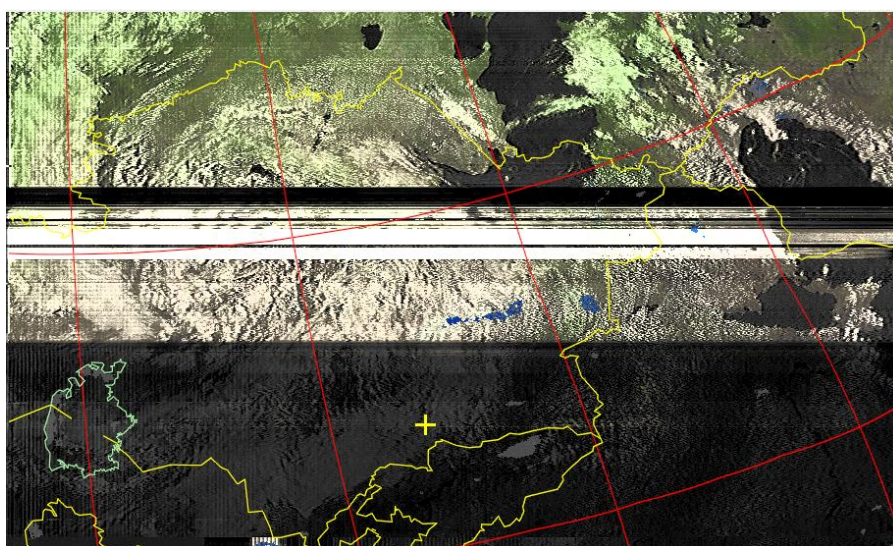


3.17 Сурет – WxtoImg бағдарламасында кескін алу процесі

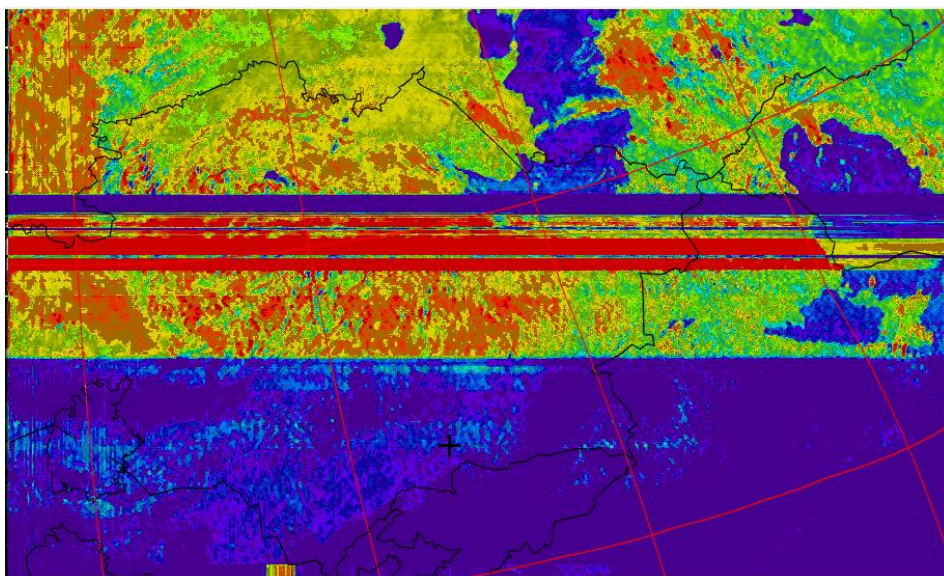
WxtoImg бағдарламасында кескінді бірнеше фильтрлар арқылы көруге болады:



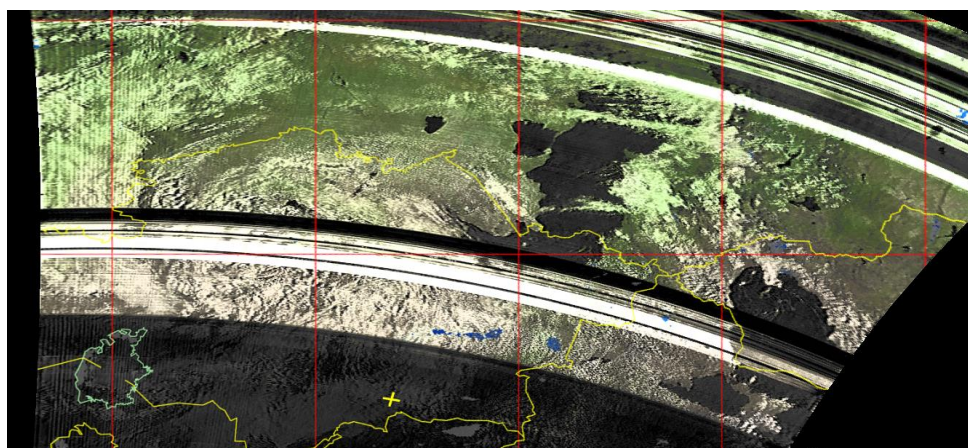
3.18 Сурет – Жер кестінінің ақ-қара бейнесі



3.19 Сурет – Жер кескінінің түсті бейнесі



3.20 Сурет – Жер кескінінің тепловизорлық бейнесі



3.21 Сурет – Жер кескінінің цилиндрлық бейнесі

ҚОРЫТЫНДЫ

Қорытындылай келсек RTL-SDR қабылдағышының көмегімен нақты уақыт режимінде спутниктік суреттерді алу жүйесі әзірленді. Қабылдағыш көмегімен анықталатын спутниктік радиобайланыстың базалық және бағдарламалық теориясы негіздері, спутниктік желілер көмегімен алынған суреттер және олардың қолданылу аясы қарастырылды. RTL-SDR қабылдағышы қолданушыға радиосигналдардың кең спекторын ұсынатын шағын, қолжетімді құрылғы. Қолданушы қабылдағыштар арқылы радиосигналдар қабылдау, өңдеу туралы базалық түсінік қалыптастырады. RTL-SDR көмегімен метеорологиялық спутниктік суреттерді алу қарапайым қолданушы үшін аса қиын процесс емес екеніне көз жеткіздік.

RTL-SDR көмегімен метеорологиялық суреттерді алу интернет желісіне тәуелсіз, сол себепті де интернет желісі жүргізілмеген шалғай аймақтарда алдын ала орнатылған компьютерлік бағдарламалар арқылы тікелей спутниктен суреттер алуға болады. Бұл аймақ тұрғындары үшін ауа райын болжауға таптырмас құрылғы болып табылады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТ ТІЗІМІ

1. Tony J. Roupheal. RF and Digital Signal Processing for Software-Defined Radio. A Multi-Standard Multi-Mode Approach. Elsevier, 2009.-400 б
2. RTL-SDR: Seven Years Later | Hackaday. //Электрондық нұсқа// <https://hackaday.com/2019/07/31/rtl-sdr-seven-years-later/>
3. RTL-SDR V3 Teardown and Analysis – OnElectronTech. //Электрондық нұсқа// <https://www.onelectrontech.com/rtl-sdr-v3-teardown-and-analysis/>
4. Carl Laufer. The Hobbyist's guide to the RTL-SDR.-577 б..
5. Bob Stewart, Kenneth Barlee, Dale Atkinson, Louise Crockett, Software Defined Radio. University of Strathclyde Engineering, Glasgow, Scotland, UK, 1st edition, 2015.-446 б.
6. Travis F. Collins, Robin Getz, Di Pu, Alexander M. Wyglinski. Software-Defined Radio for Engineers. 2018-375 б.
7. Paul Clark and David Clark. Field Expedient SDR: Introduction to Software Defined Radio. Volume 1, 2015
8. Руководство по SDRsharp, v2.2 (март 2021) | Паоло Романи (Paolo Romani), IZ1MLL
9. Передают изображения на частотах 137.62, 137.9125 и 137.1 МГц соответственно в режиме АРТ. //Электрондық нұсқа// <https://eax.me/weather-satellites/>
10. Getting Started with RTL-SDR and SDRSharp and CubicSDR. //Электрондық нұсқа// <https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/getting-started-with-rtl-sdr-and-sdr-sharp.pdf>
11. RTL-SDR.com, "About RTL-SDR",//Электрондық нұсқа// <https://www.rtl-sdr.com/category/article/>, AUGUST 20, 2019.
12. NOAA satellites, //Электрондық нұсқа// <https://www.n2yo.com/satellites/?c=4>

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

Дипломдық жұмыс

Сатабай Жансұлтан Жұмағалиұлы

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Тақырыбы: «RTL-SDR көмегімен нақты уақыт режимінде спутниктік суреттерді алу жүйесін әзірлеу»

Берілген дипломдық жұмыста RTL-SDR көмегімен нақты уақыт режимінде спутниктік суреттерді алу мәселелері қарастырылған

RTL-SDR қабылдағышының көмегімен спутниктік байланыс орнатып, метеорологиялық суреттерді нақты уақытта алу жүзеге асырылған. Алынған метеорологиялық суреттердің қолданылу аялары анықталған. Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

RTL-SDR қабылдағышын қолдану нұсқалары, спутник желісінен нақты уақыт режимінде алынған суреттер өте орынды.

Жалпы, дипломдық жобаға "өте жақсы" (90%) деген баға, ал студент Сатабай Жансұлтан Жұмағалиұлы 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Ғылыми жетекші

ЭТЖҒТ каф. Сениор - лекторы, т.ғ.м.

 Д.Ж. Утебаева

«25» 05 2022 ж

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Сатабай Жансұлтан Жұмағалиұлы

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Тақырыбы: «RTL-SDR көмегімен нақты уақыт режимінде спутниктік суреттерді алу жүйесін әзірлеу»

Берілген дипломдық жұмыста RTL-SDR көмегімен нақты уақыт режимінде спутниктік суреттерді алу мәселелері қарастырылған

RTL-SDR қабылдағышының көмегімен спутниктік байланыс орнатып, метеорологиялық суреттерді нақты уақытта алу жүзеге асырылған. Алынған метеорологиялық суреттердің қолданылу аялары анықталған. Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

RTL-SDR қабылдағышын қолдану нұсқалары, спутник желісінен нақты уақыт режимінде алынған суреттер өте орынды.

Жалпы, студент Сатабай Жансұлтан Жұмағалиұлы 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне алдынала қорғауға ұсынылады.

Ғылыми жетекші

ЭТжҒТ каф. Сениор - лекторы, т.ғ.м.

 Д.Ж. Утебаева

«25» 05 2022 ж

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Сатабай Жансұлтан Жұмағалиұлы

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Тақырыбы: «RTL-SDR көмегімен нақты уақыт режимінде спутниктік суреттерді алу жүйесін әзірлеу»

Орындалды:

а) графикалық бөлім 7 бет;
б) түсініктеме 38 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Қазіргі заманда RTL-SDR көмегімен нақты уақыт режимінде спутниктік суреттерді алу жүйесін зерттеу заман талабына сай бағыт болып табылады.

Бұл дипломдық жұмыста RTL-SDR көмегімен нақты уақыт режимінде спутниктік суреттерді алу жүйесі әзірленді. Дипломдық жұмыс жалпы үш бөлімнен тұрады. Бірінші бөлімде RTL-SDR көмегімен анықталатын спутниктік радиобайланыстың базалық және бағдарламалық теориясы негіздері жайлы айтылған. Қажетті бағдарламалық қамтамалар және олардың қолданылу аялары көрсетілген.

Екінші бөлімде спутниктік желілер көмегімен алынатын суреттер жайлы айтылған. Спутниктік суреттердің берер пайдалары мен қолданылу аясы қарастырылған.

Үшінші бөлімде RTL-SDR көмегімен спутниктік суреттерді нақты уақытта алу жүйесі қарастырылған. Сурет алуға қажетті жабдықтар мен 137 МГц жиіліктегі спутниктік сигналдарды тиімді қабылдауға қабілетті турникетті антенна құраудың нақты нұсқаулықтары көрсетілген.

Алайда, келесі ескертулерді атап өту керек:

1. Дипломдық жобада стилистикалық және граматикалық қателер кездеседі.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. СӨТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

Жоғарыда келтірілген ескерту жұмыстың маңыздылығын төмендетпейді. Дипломдық жұмыс оқу жұмыстарының талаптары мен стандарттарына сәйкес келеді.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жобаға 85% деген баға, ал студент Сатабай Жансұлтан Жұмағалиұлы 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша «техника және технологиялар бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Сын - пікір беруші

ХАТУ., т.ғ.к., қауым. профессор

 Илипбаева Ләззат Болатовна

(қолы)

«__» _____ 2022 ж.

Подпись указанного лица удостоверяю



 Илипбаева Л.Б.
 Сатабай Жансұлтан Д.С.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Сатабай Жансұлтан Жұмағалиұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: RTL-SDR көмегімен нақты уақыт режимінде спутниктік суреттерді алу жүйесін әзірлеу

Научный руководитель: Дана Утебаева

Коэффициент Подобия 1: 5.8

Коэффициент Подобия 2: 3.9

Микропробелы: 1

Знаки из других 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:

24.05.2022
Дата

Заведующий кафедрой



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

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

Автор: Сатабай Жансұлтан Жұмағалиұлы

Тақырыбы: RTL-SDR көмегімен нақты уақыт режимінде спутниктік суреттерді алу жүйесін әзірлеу

Жетекшісі: Дана Утебаева

1-ұқсастық коэффициенті (30): 5.8

2-ұқсастық коэффициенті (5): 3.9

Дәйексөз (35): 1.3

Әріптерді ауыстыру: 1

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 1

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:

29.05.2022
Күні

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Сатабай Жансұлтан Жұмағалиұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: RTL-SDR көмегімен нақты уақыт режимінде спутниктік суреттерді алу жүйесін әзірлеу

Научный руководитель: Дана Утебаева

Коэффициент Подобия 1: 5.8

Коэффициент Подобия 2: 3.9

Микропробелы: 1

Знаки из других 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:

24.05.2022
Дата

 Марсела С
проверяющий эксперт

