

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ 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

Оспан Нурдаулет Маратулы

«Arduino арқылы IoT технологияларын пайдалана отырып, ауа райын болжау
жүйесін жасау»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Алматы 2025 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

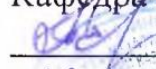
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

 Е.Таштай

«20» 05 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Arduino арқылы IoT технологияларын пайдалана отырып, ауа райын болжау жүйесін жасау»

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Орындаған:



Н.М. Оспан

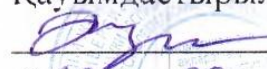
Пікір беруші

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

 Мәдібайұлы Ж.
«20» 05 2025 ж.

Ғылыми жетекші

ҚазҰТЗУ, ф.м..ғ.к, Электроника,
телекоммуникация және ғарыштық
технологиялар кафедрасының
Қауымдастырылған профессоры

 Жунусов К.Х.
«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 *Оспан Нурдаулет Маратулы*

Тақырыбы *«Arduino арқылы IoT технологияларын пайдалана отырып, ауа райын болжау жүйесін жасау»*

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 платформа: *Arduino* (ұсынылатын модель: *Arduino Uno* немесе *Arduino Mega*). 2) *DHT22* немесе *DHT11* – температура мен ылғалдылықты өлшеу үшін. 3) *BMP280* немесе *BME280* – атмосфералық қысымды өлшеу үшін. 4) *Rain Sensor* – жаңбырдың бар-жоғын анықтау үшін. 5) *Wind Sensor* – жел жылдамдығын өлшеу үшін (егер қажет болса). 6) Деректерді беру: *Wi-Fi* модулі (*ESP8266* немесе *ESP32*) немесе *GSM* модулі (*SIM800L*). 7) Қуат көзі: *5В* тұрақты ток немесе литий-ионды аккумулятор.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі: а) Ауа райын болжау жүйелерінің қазіргі жағдайын және IoT технологияларының қолданылу салаларын зерттеу. б) *Arduino* негізінде ауа райын бақылау және болжау жүйесінің құрылымын әзірлеу. в) Ауа райының деректерін жинау және сақтауға арналған сенсорларды таңдау және баптау. г) Деректерді талдау және болжау үшін алгоритмдерді әзірлеу. д) IoT платформалары арқылы деректерді қашықтан бақылау және визуализациялау. е) Жүйені сынақтан өткізу және оның нәтижелілігін бағалау.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 1)

Monk, S. (2020). Programming Arduino: 1) Getting Started with Sketches. McGraw-Hill Education. ISBN: 978-1259641633. 2) Petin, V. "Arduino u Raspberry Pi в

проектах Internet of Things. 2-е изд." 3) Виллен М. "IoT-программирование. Создание приложений для интернета вещей." ISBN: 978-5-4461-1477-6. 4) Официальная документация Arduino платформы. 5) Говорун Е. "Интернет вещей: основы и применение." ISBN: 978-5-496-03092-9.

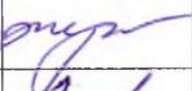
дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

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

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

колтанбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	Жунусов К.Х. ЭТжҒТ каф. қауым.профессоры, ф-м.ғ.к.	13.05.2025	
Теориялық ақпарат	Жунусов К.Х. ЭТжҒТ каф. қауым.профессоры, ф-м.ғ.к.	29.04.2025	
Норма бақылау	Досбаев Ж.М. ЭТжҒТ каф.аға оқытушысы, PhD	19.05.2025	

Ғылыми жетекшісі

 Жунусов К.Х.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы 

Оспан Н.М.

Күні «02» ақпан 2025 ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс Arduino негізінде IoT технологияларын пайдалана отырып, ауа райын болжау жүйесін әзірлеуге арналған. Жүйе нақты уақыт режимінде температура, ылғалдылық, атмосфералық қысым және жауын-шашын сияқты негізгі ауа райы параметрлерін бақылауға мүмкіндік береді. Arduino микроконтроллері сенсорлардан алынған мәліметтерді өңдеп, оларды LCD экранында көрсетеді немесе желі арқылы қашықтықтан бақылау үшін жіберуге арналған. Жүйе ауыл шаруашылығы, метеорологиялық станциялар және үй жағдайларында ауа райын бақылауға тиімді шешім болып табылады. Сонымен қатар, бұл жүйе шығындарды азайтып, құрылғыларды оңай құрастыруға мүмкіндік береді, осылайша оны әртүрлі салаларда қолдануға жарамды етеді.

АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа посвящена разработке системы прогнозирования погоды с использованием IoT технологий на базе платформы Arduino. Система позволяет контролировать основные параметры погоды, такие как температура, влажность, атмосферное давление и количество осадков, в режиме реального времени. Микроконтроллер Arduino обрабатывает данные с датчиков и отображает их на LCD экране или передает на удаленные устройства для дальнейшего анализа. Система особенно полезна для сельского хозяйства, метеорологических станций и домашних климатических контроллеров. Благодаря своей низкой стоимости и простоте сборки, такая система подходит для широкого спектра применений.

ABSTRACT

This thesis focuses on the development of a weather forecasting system using IoT technologies based on the Arduino platform. The system is designed to monitor key weather parameters such as temperature, humidity, atmospheric pressure, and precipitation in real-time. The Arduino microcontroller processes sensor data and displays it on an LCD screen or transmits it to remote devices for further analysis. This system is particularly useful for agriculture, meteorological stations, and home climate control systems. With its low cost and ease of assembly, this solution is suitable for a wide range of applications.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Жасанды интеллект арқылы ауа райын болжау	8
1.1 Жасанды интеллекттің ауа райын болжаудағы рөлі	8
1.2 Деректерді дайындау және алдын ала өңдеу	9
1.3 Болашақ ауа райын болжау	12
1.4 Ауа райын болжаудың дәлдігі	13
1.5 Ауа райын болдаудағы шектеулер, әлеуетті жақсартулар	14
2 Ардуино Уно негізіндегі IoT ауа райын бақылау жүйесі	16
2.1 Заманауи ауа райын бақылау жүйелері	16
2.2 IoT негізіндегі ақылды ауа райын бақылау жүйелері	17
2.3 Ауа райын бақылаудың жаңа деңгейі	19
2.4 Ауа райын бақылау жүйесінің негізгі компоненттері және олардың функционалдығы	21
3 Arduino негізіндегі ауа-райын бақылау жүйесі	26
3.1 Сенсорлар арқылы деректерді жинау, талдау және нақты уақыт режимінде мониторинг жүргізу үшін тиімді шешім	26
3.2 Arduino негізіндегі ауа-райын бақылау жүйесінің құрылымы және деректерді жинау принциптері	29
3.3 Arduino негізіндегі ауа-райын бақылау жүйесін әзірдеу	30
3.4 Жобаның жалпы сипаттамасы	32
3.5 Температура және ылғалдылықты өлшеу	34
Қорытынды	36
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	37

КІРІСПЕ

Заманауи технологиялардың қарқынды дамуы әртүрлі салаларда деректерді жинау, өңдеу және талдау процестерін айтарлықтай жеңілдетті. Осындай маңызды бағыттардың бірі – қоршаған ортаны бақылау және ауа-райын болжау жүйелері. Бүгінгі күні IoT (Internet of Things) технологияларын пайдалану арқылы деректерді нақты уақыт режимінде алу және талдау мүмкіндігі айтарлықтай кеңейді. Бұл өз кезегінде ауа-райын болжаудың дәлдігін арттыруға, төтенше жағдайлардың алдын алуға және табиғи ресурстарды тиімді басқаруға ықпал етеді.

Дипломдық жұмыстың өзектілігі: Arduino негізіндегі ауа-райын бақылау жүйесі қоршаған ортаның негізгі параметрлерін үнемі бақылауға, деректерді талдауға және оларды нақты уақытта пайдаланушыға жеткізуге мүмкіндік береді. Мұндай жүйелердің артықшылығы олардың қарапайымдылығы, қолжетімділігі және икемділігі болып табылады. Ауа-райын бақылау жүйелері ауыл шаруашылығы, метеорология, төтенше жағдайларды басқару және экологиялық мониторинг сияқты салаларда кеңінен қолданылады. Бұл жүйелердің көмегімен нақты уақыттағы деректерге негізделген шешімдер қабылдау мүмкіндігі артады, бұл өз кезегінде қауіп-қатерлерді азайтып, өндіріс тиімділігін арттырады.

Жұмыстың мақсаты: Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты – Arduino микроконтроллерін және IoT технологияларын пайдалана отырып, ауа-райын нақты уақыт режимінде бақылау жүйесін құру. Жүйе температура, ылғалдылық, қысым және жауын-шашын сияқты негізгі параметрлерді өлшеп, деректерді жинап, оларды өңдеу және көрсетуге бағытталған.

Жұмыстың міндеттері:

- Ауа-райын бақылау жүйесінің жалпы құрылымын анықтау;
- Arduino негізіндегі сенсорларды таңдау және қосу принциптерін зерттеу;
- Деректерді жинау және өңдеу алгоритмдерін әзірлеу;
- Жиналған мәліметтерді визуализациялау үшін қолданылатын әдістерді қарастыру;
- Жүйені нақты жағдайларда сынақтан өткізу және тиімділігін бағалау.

Зерттеу нысаны ретінде Arduino микроконтроллері негізінде жасалған ауа-райын бақылау жүйесі таңдалып, оның артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылады.

1 Жасанды интеллект арқылы ауа райын болжау

1.1 Жасанды интеллекттің ауа райын болжаудағы рөлі

Метеорология саласында жасанды интеллекттің әсерін зерттеу қазіргі таңда өзекті болып табылады, әсіресе ауа райын болжаудағы өзгерістерге назар аударады. Модельдерден бастап қазіргі заманғы жасанды интеллект негізіндегі жүйелерге дейінгі ауа райын болжау әдістерінің тарихи шолуынан басталады. Ол метеорологиялық деректерді талдауда машиналық оқыту және терең оқыту әдістерін қолданудың тиімділігін қарастырып, осы технологиялардың болжау дәлдігін қалай арттырғанын көрсетеді. Негізгі аспектілерге күрделі атмосфералық деректерді талдауда нейрондық желілерді қолдану, жасанды интеллект модельдеріне арналған ауқымды оқыту жиынтықтарын ұсынуда үлкен деректердің рөлі және қысқа мерзімді және ұзақ мерзімді ауа райын болжау үшін болжамдық аналитиканы пайдалану жатады. Сондай-ақ, мақалада жасанды интеллект технологияларының төтенше ауа райы оқиғалары мен климаттық ауытқуларды басқаруда сәтті қолданылған нақты мысалдар келтірілген. Сонымен қатар, зерттеу метеорология саласында жасанды интеллект интеграциясындағы деректер сапасы, есептеу қуаты және мамандандырылған сараптама қажеттілігі сияқты қиындықтар мен шектеулерді талқылайды. Ол осы саладағы болашақ зерттеулер үшін ықтимал шешімдер мен жаңа бағыттарды, соның ішінде метеорологтар, деректер ғалымдары және жасанды интеллект сарапшыларын біріктіретін пәнаралық тәсілді ұсынады.

Метеорологиядағы жасанды интеллекттің пайда болуы ауа райын болжаудың дәстүрлі әдістерінен түбегейлі айырмашылығын көрсететін парадигмалық өзгерісті бейнелейді. Дәстүрлі әдістер белгілі бір деңгейде тиімді болғанымен, олар ауа райының күрделі және кездейсоқ сипаттарын толық болжауда қиындықтарға тап болды. Жасанды интеллект тәсіресе машиналық оқыту және нейрондық желілер, ауа райын болжауды қалай жаңғыртып жатқаны, сондай-ақ болжаудың дәлдігі мен тиімділігін арттырудағы жетістіктері қарастырылады.

Метеорология саласындағы жасанды интеллектті қолдану жаңа идея болмағанымен, соңғы жылдары бұл бағытта қызығушылық пен даму айтарлықтай өсті. Бенгтссон мен Шукла [1] өз зерттеулерінде климаттық модельдердің дәлдігін арттырудағы ЖИ-дің рөліне назар аударады. Сонымен қатар, Шахин [2] климаттық ауытқуларды болжауда ЖИ-дің маңызды рөлін атап өтсе, Калманның [3] және Уильямс пен Людің [4] зерттеулері атмосфералық деректерді талдауда нейрондық желілерді қолдану саласындағы жетістіктерді айқындайды. Осы ұжымдық зерттеулер ЖИ-дің метеорологиядағы маңыздылығын атап көрсетіп, болашақтағы болжау модельдерін дамытуға жол ашады.

Одан бөлек, жасанды интеллекттің метеорологиядағы рөлі тек болжау дәлдігімен шектелмейді. Мысалы, Лоренц [5] болжау проблемаларын зерттеуінде ауа райы заңдылықтарының күрделі динамикалық жүйелеріне

назар аударады, бұл ЖИ технологияларының маңыздылығын айқындайды. Сол сияқты, Ган мен Раш [6] өз зерттеулерінде күрделі атмосфералық құбылыстарды болжауда терең конволюциялық нейрондық желілердің (CNN) әлеуетін атап көрсетеді.

Сонымен қатар, Лин мен Кларк [7] үлкен деректер мен ЖИ-дің интеграциясын қарастырып, метеорологиялық деректердің үлкен жиынтықтарын қолданудағы жаңа мүмкіндіктерді талқылайды. Шепердтің [8] жұмысы дәстүрлі атмосфералық айналым модельдерінде кездесетін кемшіліктерді толтырудағы жасанды интеллекттің әлеуетін атап көрсетеді, әсіресе климаттың өзгеруі туралы болжамдарда.

Осы кең көлемді зерттеулер [1-8] жасанды интеллекттің метеорологиядағы кеңеюін ғана емес, сонымен қатар қысқа мерзімді ауа райы болжамдарынан бастап ұзақ мерзімді климаттық модельдеуге дейінгі әртүрлі қолданбалы салаларды көрсетеді. Олар метеорология ғылымында жасанды интеллекттің болашақта маңызды орын алатынын көрсетеді, дәлдік пен тиімділікті арттырып, атмосфералық ғылымды тереңірек түсінуге мүмкіндік береді.

жасанды интеллекттің метеорологиядағы өзектілігі күнделікті қолайлылық үшін ғана емес, сонымен қатар табиғи апаттарды басқару, ауыл шаруашылығын жоспарлау және климаттың өзгеруінің әсерін азайту үшін де маңызды. Шеперд (2014) атап өткендей, атмосфералық айналым климаттық болжамдардағы маңызды белгісіздіктің көзі болып табылады, ал жасанды интеллект бұл олқылықтарды толтыруға мүмкіндік береді.

Бұл тақырыпты таңдаудың себебі – метеорологияның бай тарихы және осы саладағы ЖИ-дің өзгермелі рөлі. Ган мен Раш (2019) және Лин мен Кларк (2021) өз еңбектерінде үлкен деректер мен жасанды интеллект алгоритмдерін ауа райын болжауда қолдану бойынша маңызды негіз қалаған. Олардың тәжірибесі жасанды интеллекттің дәстүрлі метеорологиялық әдістерді толықтырып қана қоймай, сонымен қатар айтарлықтай жақсарта алатынын көрсетеді.

1.2 Деректерді дайындау және алдын ала өңдеу

1. Нормализация. Ауа райы деректерін талдау кезінде масштабтардың айырмашылығын жою үшін нормализация қажет. Егер XX бастапқы деректер жиынтығын білдірсе, нормализацияланған деректер X_{norm} келесі формула арқылы есептеледі:

$$X_{norm} = \frac{(X - \mu)}{\sigma} \quad (1.1)$$

мұндағы μ – деректер жиынының орташа мәні, ал σ – стандартты ауытқу.

2. Стандарттау. Басқа тәсіл ретінде, деректерді ортақ масштабқа келтіру үшін стандарттау қолданылады:

$$X_{std} = \frac{(X - \min(X))}{\max(X) - \min(X)} \quad (1.2)$$

мұндағы $\min(X)$ және $\max(X)$ – деректер жиынындағы ең кіші және ең үлкен мәндер.

Қайталанатын нейрондық желілер (RNN). Уақыттық деректерді, мысалы, тарихи ауа райы деректерін талдау үшін қайталанатын нейрондық желілер (RNN) қолданылады. RNN-де желі күйі қайталанбалы түрде жаңартылады:

$$h_t = \sigma (W_{xh} * x_t + W_{hh} * h_{t-1} + b_h) \quad (1.3)$$

мұндағы h_t – уақыттағы жасырын күй, x_t – енгізу векторы, W_{xh} және W_{hh} – салмақ матрицалары, b_h – ығысу векторы, ал σ – активация функциясы.

Деректерді талдау және модель құру қадамдары: Деректерді нормализациялағаннан және стандарттағаннан кейін ауа райы болжамының дәлдігіне әсер ететін маңызды ерекшеліктерді анықтау үшін деректер жиыны талданды. Статистикалық талдау барысында әртүрлі метеорологиялық айнымалылар арасындағы байланысты анықтау үшін корреляция матрицалары есептеліп, аномалиялар мен тосын мәндерді табу үшін олардың таралуы зерттелді.

Модельді құру келесі қадамдарды қамтыды:

а) Ерекшеліктерді таңдау.

Негізгі ерекшеліктер олардың статистикалық маңыздылығы мен модельдің болжамдық қабілетіне қосқан үлесі негізінде таңдалды. Әр ерекшеліктің салмағы есептеліп, белгіленген шектен асатындары таңдалды.

б) Модельді құру.

Уақыттық қатарларды модельдеу үшін қайталанатын нейрондық желі (RNN) архитектурасы қолданылды. Ұзақ мерзімді тәуелділіктерді тиімді модельдеу үшін LSTM (Long Short-Term Memory) жасушалары немесе GRU (Gated Recurrent Unit) блоктары пайдаланылды, олар градиенттің жоғалу мәселесін болдырмауға көмектеседі.

с) Модельді оқыту.

RNN желісінің салмақтарын оңтайландыру үшін уақыт бойынша кері тарату (Back Propagation Through Time, BPTT) әдісі қолданылды. Желі болашақ мәндерді дұрыс болжау үшін жіберілген қателіктерді азайту мақсатында кросс-энтропия немесе орташа квадраттық қате (RMSE) сияқты шығын функциялары пайдаланылды.

д) Модельді тексеру және валидациялау.

Модельдің тұрақтылығы мен жалпылау қабілетін бағалау үшін k-бүктемелі кросс-валидация жүргізілді. Қорытынды бағалау үшін кейінге қалдырылған тест жиынтықтары пайдаланылды.

е) Модельді бағалау.

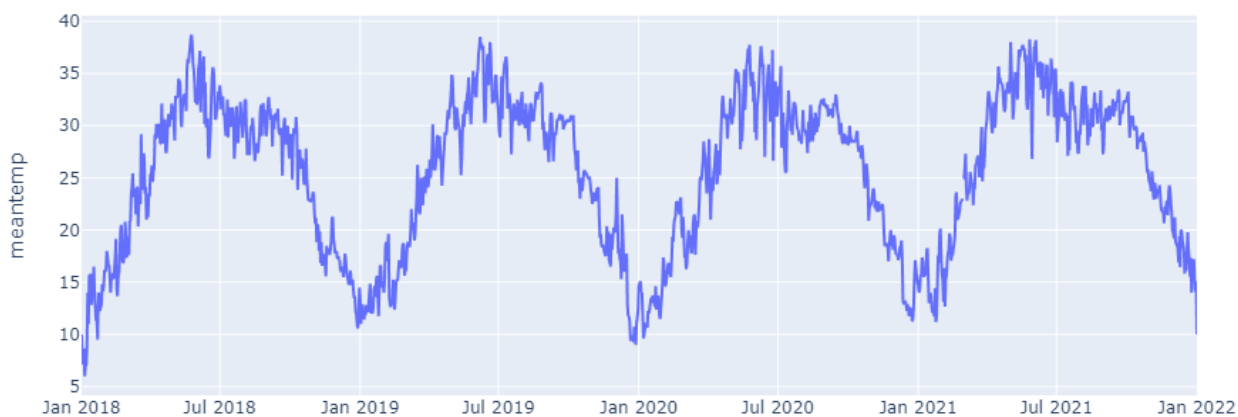
Модельдің өнімділігін жан-жақты бағалау үшін MAE (Mean Absolute Error), RMSE (Root Mean Squared Error) сияқты негізгі метрикалармен қатар,

дәлдік (precision), еске түсіру (recall) және F-өлшем (F-measure) сияқты қосымша көрсеткіштер де есептелді.

Осы қадамдар деректерді математикалық тұрғыда талдауға және өңдеуге ғана емес, сонымен қатар үлкен деректер жиындарын тиімді пайдаланып, ауа райын дәл болжай алатын берік модельді құруға мүмкіндік берді.

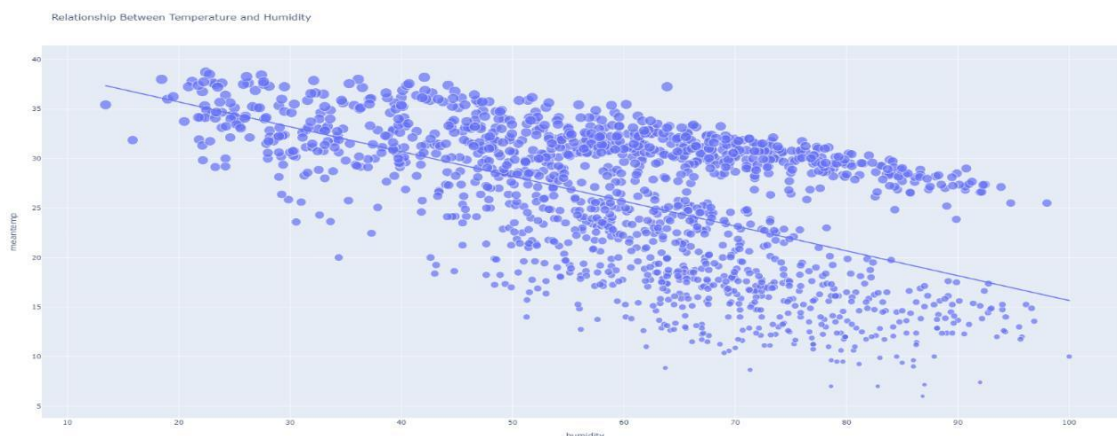
Деректер жиынтығы.

Джасанды интеллект `lyDelhiClimateTr` жасанды интеллект `n.csv` деректер жиынтығы Нью-Делидің тарихи ауа райы деректерін қамтыды. Негізгі айнаымалылар – орташа температура, ылғалдылық, жел жылдамдығы және орташа қысым – ауа райы заңдылықтарының толық бейнесін ұсынды. Модельдің талаптарына сәйкес келтіру үшін деректер алдын ала өңделді, соның ішінде "date" және "temperature" бағандары сәйкесінше 'ds' және 'y' болып қайта аталды (1.1-сурет).



1.1-сурет – Дели қаласындағы жылдар бойынша орташа температура

Prophet моделін оқыту. Prophet моделі алдын ала өңделген таңдалған деректер жиынтығында оқытылды. Уақыттық қатарлар деректерін өңдеуге арналған мүмкіндіктері бұл модельді температурадағы үрдістер мен маусымдық өзгерістерді талдауға өте қолайлы етті. Оқыту кезеңінде модель тарихи деректерді талдап, жылдық циклдер мен температура өзгерістеріне әсер ететін апта сайынғы үрдістерді анықтауға бағытталды (1.2-сурет).



1.2-сурет – Температура мен ылғалдылық арасындағы байланыс

1.3 Болашақ ауа райын болжау

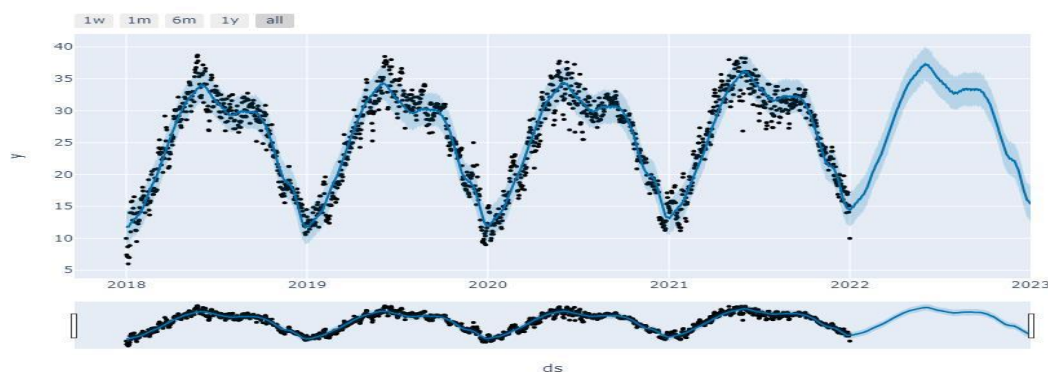
Оқытып болған модельді пайдалана отырып, келесі 365 күнге ауа райы болжанды. Болжау нәтижесі бірнеше компоненттерден тұрды:

1. Тренд: Жылдар бойындағы температураның жалпы өзгеру бағытын көрсетеді.

2. Маусымдық ауытқулар: Маусымдық өзгерістерге байланысты ауытқуларды көрсетеді, бұл әртүрлі айларда температураның өзгерісін түсіну үшін маңызды.

3. Белгісіздік интервалдары: Болашақ температуралардың ықтимал өзгеруін көрсету үшін жоғарғы және төменгі шектерді қамтиды.

Болжамдарды визуализациялау. Болжамдар Plotly көмегімен визуализацияланды, нәтижесінде интерактивті график алынды. Бұл визуализация күтілетін температуралық трендтерді айқын көрсетті, жаз және қыс мезгілдеріне сәйкес маусымдық ең жоғары және ең төменгі нүктелерді бейнеледі. Plotly-дің интерактивті мүмкіндіктері нақты күндер мен мәндерді егжей-тегжейлі қарауға мүмкіндік береді (1.3-сурет).



1.3-сурет – Дели қаласындағы 2018-2023 жылдардағы ауа райын болжау

Берілген график 2018 жылдан 2023 жылға дейінгі кезеңдегі ауа райына байланысты айнымалының (мүмкін температура, жауын-шашын деңгейі немесе басқа метеорологиялық көрсеткіш, 'у' деп белгіленген) уақыттық қатардағы болжамын көрсетеді. Нақты тарихи деректер қара нүктелермен бейнеленген, ал жасанды интеллект негізінде жасалған болжам көк сызықпен көрсетілген. Шашыранды аймақ болжамның сенімділік интервалын білдіреді. Көрнекі талдау нәтижесінде модель тарихи деректерде кездесетін маусымдық ауытқуларды дәл көрсеткені байқалады. 2022 жылдан бастап болжамдалған мәндер осы үлгіні жалғастырып, алдыңғы жылдарда байқалған трендтер мен тербелістерге сәйкес келеді.

1.4 Ауа райын болжаудың дәлдігі

Ауа райын болжаудың дәлдігін бағалау үшін болжамдалған деректер сол кезеңдегі нақты ауа райы деректерімен (егер қол жетімді болса) салыстырылды. Бұл салыстыру модельдің өнімділігін түсіну үшін маңызды болды. Нәтижелер төменде келтірілген:

1. Температура трендтері: Модель жалпы температура трендтерін дұрыс анықтап, оқыту деректерінде байқалған тарихи үлгілерге сәйкес келген.
2. Маусымдық дәлдік: Модель маусымдық өзгерістерді дәл көрсетті, жаз айларында жоғары, қыс айларында төмен температураларды болжай отырып, Делидің климаттық ерекшеліктерін нақты бейнеледі. Температура трендтері мен дәлдік нәтижелері 1.1-кестеде көрсетілген.

Кесте 1.1 – Температура және дәлдік трендтерін салыстыру нәтижелері

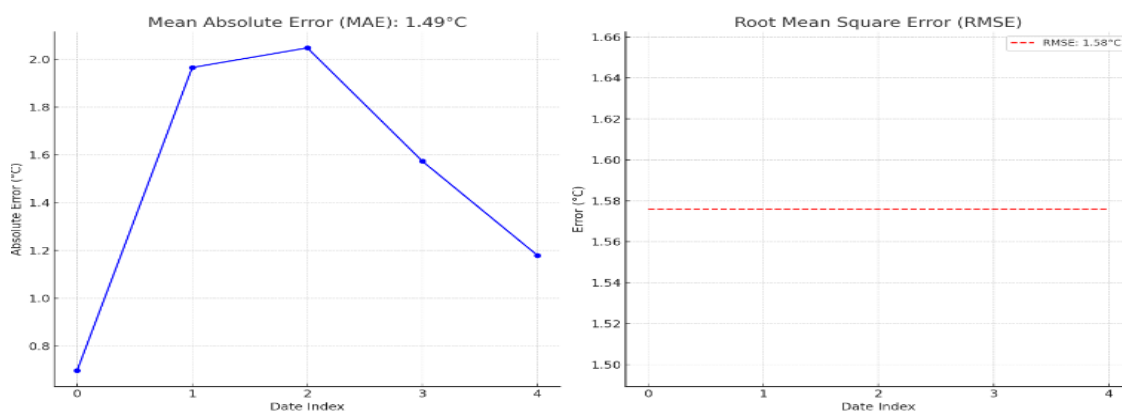
Күні	Нақты (°C)	Болжанған (°C)
2022-01-21	15.39	16.09
2022-02-14	16.88	18.84
2022-03-15	19.88	21.92
2022-03-28	24.75	28.23
2022-04-14	30.50	31.68

Мысалы, 2022-01-21 күні нақты тіркелген температура 15.39°C болса, модель бұл күн үшін 16.09°C болжаған, бұл шамамен 0.70°C абсолюттік қателікке тең. Сол сияқты, 2022-02-14 күні модель 18.84°C болжаған, ал нақты температура 16.88°C болған, нәтижесінде 1.96°C абсолюттік қателік пайда болған.

Модельдің жалпы өнімділігін сандық түрде бағалау үшін бүкіл деректер жиынында келесі көрсеткіштер есептелді (1.4-сурет):

- Орташа абсолюттік қателік (MAE): MAE - болжанған және нақты температуралар арасындағы абсолюттік қателіктердің орташа мәні. MAE төмен мәні модельдің болжамдары нақты деректерге жақын екенін көрсетеді.

- Орташа квадраттық қателік (RMSE): RMSE модель болжамдарының нақты температуралардан орташа ауытқу деңгейін бағалау үшін есептеледі. Бұл көрсеткіш болжамдағы орташа қателіктің шамасын нақты анықтауға мүмкіндік береді.



1.3-сурет – Есептелген MAE және RMSE графиктері

Жасалған графиктер жасанды интеллект моделінің температура болжамдары үшін орташа абсолюттік қате (MAE) және орташа квадраттық қате (RMSE) көрсеткіштерін визуалды түрде бейнелейді.

Сол жақта орналасқан MAE графигі жеке болжамдар мен нақты температура арасындағы абсолюттік қателіктерді көрсетеді, мұндағы MAE 1.49°C болып есептелген. Бұл мән болжамдардағы қателіктердің орташа шамасын білдіреді. Графикте әрбір күннің индексі бойынша қателік нүктелері көрсетілген, бұл модельдің дәлдігі әртүрлі болжамдар үшін қалай өзгеретінін айқындайды.

Оң жақтағы графикте RMSE тұрақты сызық түрінде көрсетілген, себебі RMSE – бұл болжанған және нақты температура арасындағы квадраттық айырмашылықтардың орташа мәнінің квадрат түбірі ретінде есептелетін біртұтас көрсеткіш. Бұл жағдайда RMSE 1.58°C болып есептелген, бұл модельдің болжамдарының нақты температурадан орта есеппен осындай мөлшерде ауытқитынын көрсетеді. RMSE әдетте MAE-ден жоғары, себебі ол үлкен қателіктерге көбірек салмақ береді.

Бұл көрсеткіштер модельдің, жалпы алғанда, дәл екендігін, бірақ ауа райы сияқты күрделі жүйелерге тән кейбір қателіктердің бар екенін көрсетеді. Төменгі MAE және RMSE көрсеткіштері жоғары дәлдікті білдіреді. Практикалық тұрғыдан алғанда, 1.58°C RMSE көптеген метеорологиялық қосымшалар үшін, әсіресе ауа райы параметрлерінің әдеттегі өзгергіштігіне байланысты, қолайлы болып саналады.

1.5 Ауа райын болдаудағы шектеулер, әлеуетті жақсартулар

Шектеулер, әлеуетті жақсартулар. Модель жалпы дәл болжамдар жасай алса да, кейбір негізделген шектеулер анықталды:

- Сыртқы факторлар: модель кенеттен болатын климаттық өзгерістерді немесе аномалияларды ескермеген.

- Деректердің ұсақтығы: сағаттық температура деректері сияқты неғұрлым нақты деректер болжам дәлдігін арттыруы мүмкін.

Қол жеткізілген нәтижелер. зерттеудің негізгі қол жеткізілген нәтижелері келесі маңызды сәттер мен қасиеттерді көрсетеді:

- Трендтерді талдау: жасанды интеллект моделі деректердегі негізгі трендтерді табысты анықтап, оларды маусымдық ауытқулармен үйлесімді түрде болжай алды.

- Сенімділік интервалы: болжам сенімділік интервалына ие, бұл болжаммен байланысты белгісіздіктің шамасын көрсетеді. Модель жоғары сенімділікке ие кезеңдерде интервал тар, ал тарихи деректерде айтарлықтай өзгергіштік байқалатын кезеңдерде кеңейеді.

- Болжау дәлдігі: болжанған мәндердің (көк сызық) нақты деректер нүктелеріне (қара нүктелер) жақын орналасуы модельдің жоғары болжау дәлдігін көрсетеді. Бұл модельдің деректер динамикасын жақсы түсінетінін көрсетеді.

2 Ардуино Уно негізіндегі IoT ауа райын бақылау жүйесі

2.1 Заманауи ауа райын бақылау жүйелері

Arduino UNO платформасында жасалған инновациялық ауа райын бақылау жүйесін ұсынады, ол әртүрлі қоршаған орта жағдайларын бақылау және есеп беру үшін әзірленген. Жүйе ауа сапасы, температура, ылғалдылық, атмосфералық қысым және жауын-шашын сияқты әртүрлі датчиктерден тұратын сенсорлық модульдерді біріктіреді. Wi-Fi модулін интеграциялау арқылы жүйе деректерді нақты уақытта орталық дерекқорға жібереді, бұл пайдаланушыларға ауа райы туралы ақпаратты қашықтан, веб немесе мобильді қосымша арқылы көруге мүмкіндік береді. Бұл тәсіл жергілікті ауа райы үлгілерін түсінуді жақсартумен қатар, қоршаған ортаның сапасына деген хабардарлықты арттырады. Жоба Заттар интернетінің (IoT) күнделікті қолданудағы әлеуетін көрсетеді, бұл адамдар мен қауымдастықтардың айналасындағы жағдайлар туралы үнемі хабардар болуына жағдай жасайды. Ол екі негізгі зерттеу саласына негізделген ақпараттық бақылау және деректер жинау әдістемелерін біріктіретін үлкен ақпараттық база құрады. Мұнда таңдалған негізгі компоненттер сәтті климаттық бақылау жобасын ұйымдастыруға арналған сенсорларға негізделген. Ұсынылған сенсорлар температура мен ылғалдылық деректерін өлшеу және жинақтау үшін қолданылады. Ауа райын бақылау жүйесі деректерді уақыт өте келе жинайтын портативті қосымшаны пайдалануды ұсынады. Arduino UNO барлық осы электрондық құрылғылар мен әртүрлі сенсорларды интернет арқылы біріктіретін қарапайым және арзан платформа ретінде қызмет етеді.

Қалалық жоспарлау, экология және ауыл шаруашылығы сияқты әртүрлі салаларда тиімді климаттық мониторинг күнделікті операцияларға және ұзақ мерзімді стратегияларға әсер ететін шешімдерді қабылдау үшін өте маңызды. Сенімді метеорологиялық деректер ресурстарды басқару, қоғамдық қауіпсіздікті қамтамасыз ету және экологиялық мәселелерді шешу үшін баға жетпес маңызға ие. Бұл жоба әртүрлі сенсорлармен біріктірілген, қолжетімді және икемді Arduino UNO платформасына негізделген климаттық бақылау жүйесін құруды көздейді. Нәтижесінде жергілікті климаттық жағдайлардың толық көрінісін қамтамасыз ететін маңызды экологиялық көрсеткіштерді бақылауға және есеп беруге қабілетті жүйе құрылады.

Жүйе қоршаған ортаның әртүрлі аспектілерін бақылауға арналған бірнеше түрлі сенсорларды пайдаланады. Мысалы, температура мен ылғалдылық сенсорлары ауыл шаруашылығынан бастап адамның жайлылығына және денсаулығына дейінгі барлық салаларға әсер ететін климаттық жағдайларды өлшеу үшін өте маңызды. Дәл температуралық деректер фермерлерге өсімдіктердің денсаулығын басқаруға, қалалық жоспарлаушыларға энергияны оңтайландыруға және қарапайым адамдарға температуралық шектен шығуларға дайындалуға мүмкіндік береді. Ылғалдылық өлшеулері де осы салалар үшін маңызды ақпарат береді, әсіресе

ауыл шаруашылығында, мұнда ылғалдылықты бақылау өсімдік өнімділігі мен сапасы үшін шешуші рөл атқарады.

Температура мен ылғалдылықтан бөлек, жүйе атмосфералық қысымды өлшеу үшін қысым сенсорын пайдаланады. Атмосфералық қысымның өзгерісін бақылау арқылы метеорологтар дауыл, ашық күн райы немесе жоғары қысымды жүйелер сияқты ауа райының өзгерістерін болжай алады. Бұл алдын ала болжау мүмкіндігі төтенше жағдай қызметтеріне қолайсыз ауа райына жауап беру және табиғи апаттардың салдарын азайту үшін қажет.

Жауын-шашын сенсоры жауын-шашын деңгейін өлшейді, бұл гидрологиялық зерттеулер және су ресурстарын басқару үшін маңызды деректерді ұсынады. Дәл жауын-шашын өлшемдері суару қажеттіліктерін реттеу, топырақтың ылғалдылығын анықтау және су тасқынын алдын алу үшін қажет.

Ауа сапасы сенсоры тағы бір маңызды компонент болып табылады, ол ластаушы заттар мен бөлшек заттардың деңгейін анықтайды. Бұл деректер қалалық жағдайларда қоғамдық денсаулықты бақылау және ауаның сапасын жақсарту стратегияларын әзірлеу үшін маңызды. Wi-Fi модулінің қосылуы жүйеге деректерді қашықтан жіберуге мүмкіндік береді, бұл пайдаланушыларға кез келген жерден нақты уақыттағы климаттық деректерді бақылауға мүмкіндік береді.

Қолданыстағы климаттық бақылау жүйесі ауа сапасы, температура, ылғалдылық, атмосфералық қысым және жауын-шашын сияқты экологиялық деректерді жан-жақты қамтитын ауқымды деректерді ұсынуға бағытталған. Бұл жүйе Arduino UNO негізінде құрастырылған, ол қолжетімділігімен және икемділігімен ерекшеленеді. Жүйенің негізгі ерекшелігі - нақты уақыттағы деректерді сымсыз беру үшін Wi-Fi модулін пайдалану. Бұл пайдаланушыларға ауа райы туралы нақты және өзекті ақпаратқа қол жеткізуді жеңілдетеді.

Қолданыстағы жүйелермен салыстырғандағы артықшылықтары

- Ауа сапасы сенсорының қосылуы: Қолданыстағы жүйелерден айырмашылығы, бұл жүйеде ластаушы заттар мен бөлшек заттарды өлшейтін ауа сапасы сенсоры бар.

- Жауын-шашын сенсоры: Жауын-шашын сенсоры жауын-шашын деңгейін дәл өлшеуге мүмкіндік береді.

- Wi-Fi модулінің интеграциясы: Нақты уақыттағы деректерді сымсыз беру мүмкіндігі.

Веб және мобильді қосымшалар: Қолданушыларға ауа райы туралы ағымдағы және тарихи деректерді оңай қарауға мүмкіндік береді

2.2 IoT негізіндегі ақылды ауа райын бақылау жүйелері

Соңғы жылдары заттар интернеті (IoT) және қоршаған ортаны бақылау жүйелерін интеграциялау деректерді жинау және талдау саласында жаңа мүмкіндіктер ашты. Бұл IoT негізіндегі жүйелер қоршаған ортаны бақылау,

деректерді интерпретациялау және пайдалану тәсілдерін түбегейлі өзгертті, бұл ақпаратты бұрынғыдан да қолжетімді әрі мәнді етті. Мұндай жүйелердің негізінде температура, ылғалдылық, шудың деңгейі, ауа сапасы және атмосфералық қысым сияқты маңызды экологиялық параметрлерді бақылайтын әртүрлі сенсорлар жатыр. Нақты уақыттағы деректер бұлтты платформаларға жіберіледі, осылайша ауыл шаруашылығынан бастап қалалық жоспарлауға дейінгі түрлі салаларда шешім қабылдау процестеріне қолдау көрсетіледі.

1. IoT модульдерінің негізгі функциялары. IoT негізіндегі климаттық бақылау жүйелерінің маңызды артықшылықтарының бірі - олардың модульдік құрылымы. Бұл құрылым әртүрлі экологиялық элементтерді бақылауға мүмкіндік береді. Мысалы, шуды және ауа ластануын бақылау жүйелерінде әр сенсор деректерді тиімді жинап, бұлттық қызметтерге, мысалы, Google Sheets-ке сақтайды. Бұл деректер әртүрлі пайдаланушылардың бірлескен талдауы және болашақ зерттеулер үшін қолжетімді болады, осылайша ақпарат алмасуды жеңілдетеді.

2. Төмен қуатты IoT шешімдері. IoT негізіндегі климаттық бақылау станциялары аз қуатты қажет ететін жүйелер ретінде жасалған, бұл оларды шалғай немесе электр қуатына қолжетімсіз жерлерде пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл жүйелердің ұзақ мерзімді пайдалануына арналған энергия тиімділігі, әсіресе ауыл шаруашылығы және метеорология сияқты сыртқы қолданбалар үшін өте маңызды. Мысалы, жылыжайлар немесе зертханалар сияқты жабық орталарда пайдаланылған кезде олар қоршаған ортаның жағдайын дәл бақылауды қамтамасыз етеді.

3. Әмбебап және икемді бақылау шешімдері. IoT негізіндегі экологиялық бақылау жүйелері әртүрлі ортада жұмыс істей алатын, әрдайым белсенді шешімдерді ұсынуға бағытталған. Мысалы, көлік құралдарында температура мен ылғалдылық сенсорларын пайдалану салонда жайлы микроклиматты қолдау үшін сыртқы климаттық өзгерістерге жауап беруге мүмкіндік береді. Бұл мүмкіндіктер тек жекелеген көліктер үшін ғана емес, сонымен қатар қоғамдық көліктерде де жолаушылардың қауіпсіздігі мен жайлылығын қамтамасыз етеді.

4. Ауыл шаруашылығындағы IoT жүйелерінің артықшылықтары. Ауыл шаруашылығы секторы IoT негізіндегі бақылау жүйелерінің негізгі бенефициарларының бірі болып табылады. Бұл жүйелерді пайдалану, әсіресе интернетке қолжетімділік шектеулі аудандарда, суару, дақылдарды таңдау және су ресурстарын басқару сияқты маңызды шешімдерді қабылдауға қолдау көрсетеді. Мысалы, кейбір дамушы аймақтарда осындай жүйелер арқылы жиналған деректер фермерлерге дақыл өнімділігін арттыруға көмектеседі.

5. Шешім қабылдауға қолдау көрсету. IoT негізіндегі климаттық бақылау жүйелері ауыл шаруашылығынан басқа құрылыс, логистика, өндіріс және мемлекеттік мекемелерде де кеңінен қолданылады. Мысалы, құрылыс компаниялары нақты температура мен ылғалдылық деңгейлерін бақылау арқылы жұмыс шарттарын оңтайландыра алады, бұл құрылыс материалдарының сапасын сақтауға және шығындарды азайтуға көмектеседі.

6. Өнеркәсіптегі қолданылуы. Кейбір өнеркәсіп салаларында өнімдердің немесе өндіріс процестерінің сапасын сақтау үшін нақты экологиялық жағдайларды қатаң бақылау қажет. Мысалы, азық-түлік, косметика және фармацевтика өндірісінде температура мен ылғалдылық деңгейлерін қатаң бақылау өнім сапасын қамтамасыз ету үшін маңызды. Мұндай жүйелер өнімнің бұзылуын болдырмауға, сапаны сақтауға және қауіпсіздік талаптарын орындауға мүмкіндік береді.

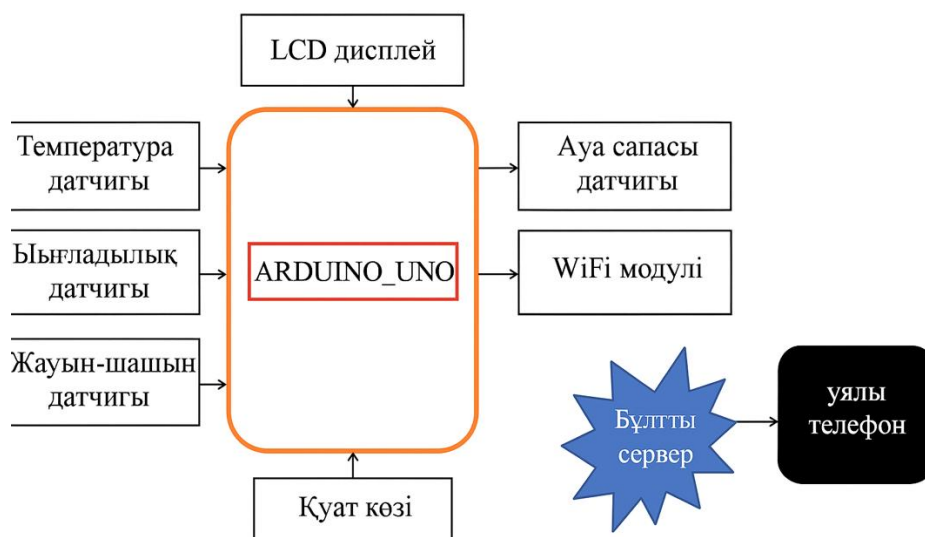
7. Arduino Uno деректерді жинау платформасы ретінде. Arduino Uno платформасы сенсорлардан деректер жинау және оларды өңдеу үшін кеңінен қолданылады. Мысалы, DHT11 сенсоры температура мен ылғалдылықты дәл өлшеуге мүмкіндік береді, ал бұл деректер кейінірек ашық дерекқорларда сақталады, бұл үздіксіз бақылау және тарихи деректерді талдау үшін қажет. Arduino Uno сонымен қатар нақты уақыттағы табиғи жүйелерге түзетулер енгізе отырып, бақылау жүйесінің дәлдігі мен сезімталдығын арттыруға мүмкіндік береді.

8. Raspberry Pi жүйесімен салыстыру. Arduino Uno қарапайымдылығымен ерекшеленсе, Raspberry Pi қосымша есептеу қуатын және икемділікті ұсынады, бұл оны күрделі климаттық бақылау тапсырмалары үшін қолайлы етеді. Raspberry Pi-дің GPIO порттары әртүрлі сенсорлар мен сыртқы модульдерді жеңіл біріктіруге мүмкіндік береді, бұл оны кеңейтілген экологиялық бақылау станциялары үшін тамаша таңдау етеді.

2.3 Ауа райын бақылаудың жаңа деңгейі

IoT негізіндегі климаттық бақылау жүйесі Arduino Uno платформасында құрастырылған және температура, ылғалдылық, жауын-шашын, ауа сапасы және атмосфералық қысым сияқты негізгі экологиялық параметрлерді нақты уақытта өлшеуге арналған. Жүйе қарапайым әрі пайдалануға оңай, бұл оны жаңадан бастаушылар үшін де, кәсіпқойлар үшін де қолайлы етеді. Негізгі мақсат - деректерді үздіксіз жинау, өңдеу және беру, осылайша пайдаланушыларға кез келген уақытта және кез келген жерде өзекті ақпарат қолжетімді болуын қамтамасыз ету.

Жүйенің негізгі артықшылықтарының бірі - кең ауқымды экологиялық жағдайларды дәл өлшеу мүмкіндігі. Мысалы, MQ-135 ауа сапасы сенсоры ауадағы ластаушы заттардың деңгейін анықтау үшін қолданылады, бұл қоғамдық денсаулық және өнеркәсіптік қауіпсіздік үшін өте маңызды ақпарат береді.



Билақықзатинс

2.1-сурет – Блок диаграммасы

Жоспарлау және жобалау:

Қажеттіліктерді анықтау: Жинау керек мәліметтерді анық айқындау (мысалы, ауа сапасы, температура, ылғалдылық, салмақ, жауын-шашын деректерін талқылау).

Жүйені жобалау: Arduino Uno мен датчиктер арасындағы байланыстарды және WiFi мәліметтерді беру протоколын әзірлеу.

Энергияны жоспарлау: Arduino Uno және датчиктер үшін қажетті қуат көздерін ұйымдастыру.

Аппараттық орнату:

- Датчиктерді қосу: Әр датчикті олардың мәліметтер парағының техникалық сипаттамаларына сәйкес Arduino Uno-ға қосу үшін сәйкес джампер сымдарын және коннекторларды пайдалану.

- WiFi модулін орнату: WiFi модулін (мысалы, ESP8266 немесе ESP32) UART немесе SPI интерфейсі арқылы Arduino Uno-ға қосу, модуль түріне байланысты.

Бағдарламалық қамтамасыздандыруды әзірлеу:

- Arduino IDE орнату: Компьютерге Arduino IDE бағдарламасын орнату және Arduino Uno-ны бағдарламалау үшін баптау.

- Arduino Uno-ны бағдарламалау: Әрбір датчикті инициализациялау және олардан мәліметтерді оқу үшін код жазу (мысалы, DHT сенсорлары үшін Adafruit DHT, BMP сенсорлары үшін Adafruit BMP сияқты кітапханаларды пайдалану).

- Мәліметтерді жинау: Әр датчиктен мәліметтерді мерзімді түрде жинау үшін логиканы іске асыру.

- WiFi модуль кітапханаларын интеграциялау: Мәліметтерді беру үшін ESP8266WiFi сияқты кітапханаларды қосу.

- Қателерді өңдеу және мәліметтерді форматтау: Мәліметтердің сенімді берілуін қамтамасыз ету үшін қателерді өңдеу және мәліметтерді форматтау логикасын қосу.

Тестілеу және калибрлеу:

- Датчиктерді калибрлеу: Дәл өлшеулерді қамтамасыз ету үшін қажет болған жағдайда датчиктерді калибрлеу (мысалы, эталондық құралдарды пайдалану арқылы).

- Интеграциялық тестілеу: Барлық жүйені тестілеу, датчиктердің дұрыс жұмыс істеуін, мәліметтердің дәл жиналуын және WiFi желісінің тұрақтылығын тексеру.

- Мәліметтерді растау: Жиналған мәліметтерді белгілі дереккөздермен немесе эталондармен салыстырып растау (егер қолжетімді болса).

Жүйені орнату:

- Датчиктерді орнату: Датчиктерді қажетті орындарға қауіпсіз орнату (мысалы, кейбір датчиктерді жабық жерде, ал жауын-шашын датчигін ашық ауада орналастыру).

- Энергияны басқару: Жүйенің тұрақты қуат көзін (мысалы, батарея, күн батареялары) қамтамасыз ету, егер жүйе алыстағы немесе ашық ауада орнатылса.

- Мәліметтерді беру: Мәліметтердің таңдалған деректер жинау нүктесіне (мысалы, сервер, бұлтты платформа) сәтті берілуін тексеру.

2.4 Ауа райын бақылау жүйесінің негізгі компоненттері және олардың функционалдығы

Ұсынылған жүйеде пайдаланылған әртүрлі жабдықтар:

- I2C адаптері: Жүйе мен сыртқы I2C құрылғылары арасындағы байланысты басқаруда негізгі рөл атқарады. Ол қосқыштар қабатындағы ресурс басқару жүйесі арқылы қажетті ресурстар алынғаннан кейін, таңдалған GPIO түйреуіштерінде тек бір ғана сыртқы I2C құрылғысының қолжетімді болуын қамтамасыз етеді. Бұл процесс мұқият тағайындауды және басқаруды талап етеді, I2C адаптері тұрақты байланысты сақтау үшін арнайы I2C контроллерін пайдаланады.

- BMP180 сенсоры: Табиғи мониторинг, навигация және биіктік өлшеу сияқты әртүрлі қолданбалар үшін жасалған келесі буын шешімі. Оның негізгі ерекшеліктерінің бірі - кіріктірілген тапсырыс берілген микробағдарламасы, бұл озық жүйелермен интеграцияны жеңілдетеді және сенімді ақпарат өңдеуді қамтамасыз етеді.

- DHT11 сенсоры: Температура мен ылғалдылықты өлшеуге арналған қарапайым, қолжетімді сандық сенсор. Сигналды аналогты кіріс түйреуіштерінсіз беру мүмкіндігі оны микроконтроллерлермен, соның ішінде Arduino-мен жеңіл біріктіреді.

- Ауа сапасын өлшейтін сенсорлар: Қоршаған ортаның денсаулығын бақылау үшін қажетті құрылғылар. Мысалы, PurpleAir сияқты бөлшектерді

анықтайтын (PM) сенсорлар лазерлік жарықты шашырау технологиясын пайдаланады.

- WiFi модульдері: Заманауи электронды жүйелерде сымсыз мәліметтерді беру және жинау үшін маңызды рөл атқарады. Олар IoT жүйелерінде негізгі элемент болып табылады.

- Жауын-шашын сенсоры: Ішкі толық шағылысу принципі бойынша жұмыс істейді, бұл әдетте автокөліктерде пайдаланылатын жаңбыр сенсорларына тән.

- Arduino UNO: Ашық бастапқы коды бар микроконтроллер тақтасы, кең ауқымды электрондық жобалар үшін қолайлы.

Arduino Uno және біріктірілген датчиктер мен WiFi модулін пайдалана отырып жасалған ауа райын бақылау жүйесінің нәтижелері әдетте мыналарды қамтиды:

Датчиктердің өлшеулері:

- Ауа сапасы сенсоры: AQI немесе ластаушы заттардың концентрациясы (мысалы, CO₂, VOCs).

- Температура сенсоры: Цельсий немесе Фаренгейт градусымен қоршаған орта температурасы.

- Ылғалдылық сенсоры: Салыстырмалы ылғалдылықтың пайызы.

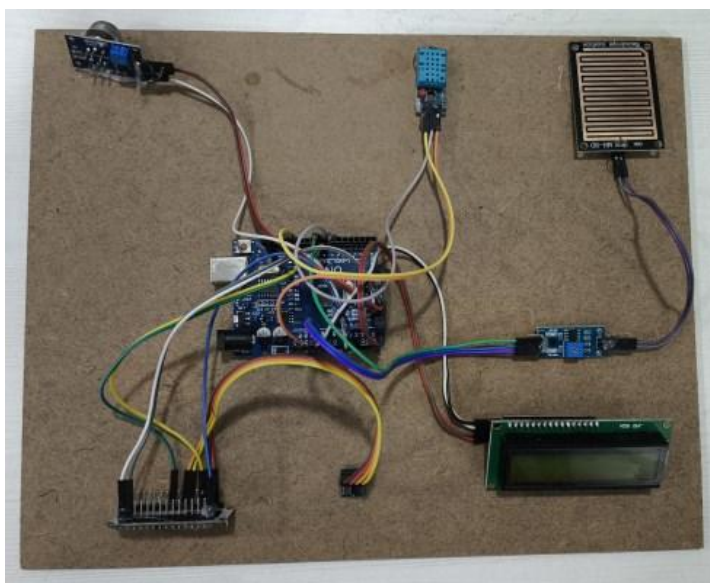
- Қысым сенсоры: Миллибар немесе Паскальмен атмосфералық қысым.

- Жауын-шашын сенсоры: Миллиметр немесе дюйммен жауын-шашын мөлшері.

- WiFi модулі: Датчик мәліметтерін серверге, бұлтты платформаға немесе таңдалған нүктеге беру үшін қолданылады.

- Деректерді журналдау және сақтау: Тарихи мәліметтерді журналдау және сақтау мүмкіндіктері.

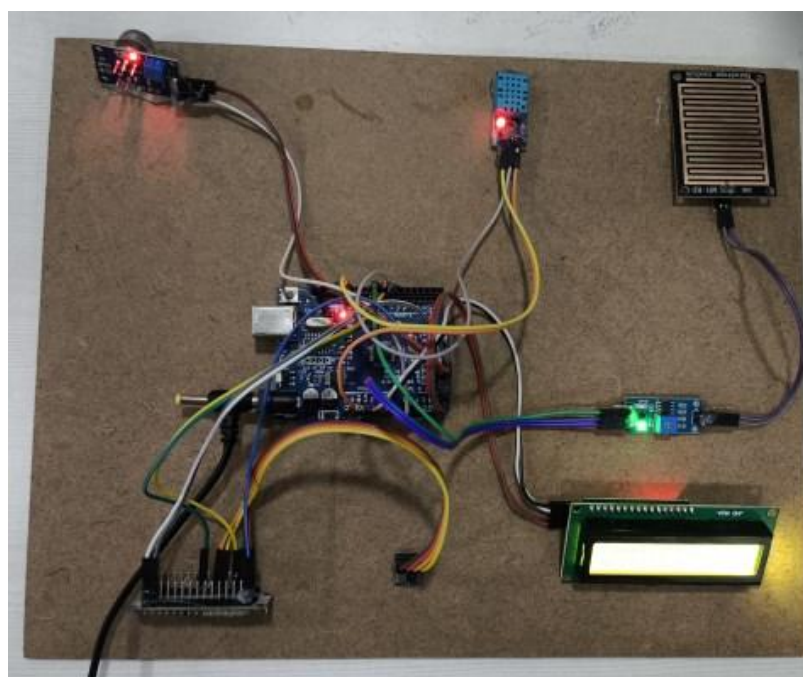
- Қуат және байланыс күйі: Қуат көзі және WiFi байланысының күйі туралы көрсеткіштер.



2.2-сурет – Өшірулі күйдегі жұмыс жинағы



2.3-сурет – LCD дисплей



2.4-сурет – Қосылған күйдегі жұмыс жинағы

IoT based Weather Station			
AQI:	102		
Humidity:	71.00%		
Temperature:	28.50°C	83.30F	
Pressure:	743.62mb		
Rainfall:	Yes		

2.5-сурет – Веб-беттегі өлшеулер

Жүйенің нақты уақыттағы орындалуы оны климаттық станциялар, ауыл шаруашылығын бақылау және қоршаған ортаны зерттеу сияқты әртүрлі қолданбаларға өте қолайлы етеді.

Бұл салалар нақты уақыттағы деректерді жинау және талдау мүмкіндігі арқылы айтарлықтай пайда көреді, пайдаланушыларға жаңартылған ақпарат негізінде саналы шешімдер қабылдауға көмектеседі. Мысалы, ауыл шаруашылығында нақты уақыттағы ауа-райы мәліметтері фермерлерге өсімдік өсуіне тікелей әсер ететін жағдайларды бақылауға мүмкіндік береді, мысалы, температура, ылғалдылық және жауын-шашын деңгейі. Сонымен қатар, табиғатты зерттеушілер ұзақ мерзімді климаттық өзгерістерді қадағалау немесе белгілі бір климаттық үлгілердің экожүйелерге әсерін зерттеу үшін осы жүйені қолдана алады.

Жүйенің маңызды аспектілерінің бірі – деректерді жіберу үшін желіге, әсіресе Wi-Fi-ға тәуелділігі. Бұл интернетке қосылған кез келген жерден алыстан бақылау мүмкіндігін қамтамасыз етсе де, Wi-Fi желісіндегі кез келген үзілістер деректердің кешігуіне немесе жоғалуына әкелуі мүмкін. Бұл үздіксіз деректер ағыны өте маңызды болатын қолданбалар үшін, мысалы, ауа райы болжамы немесе сезімтал табиғи зерттеулерде қиындық тудыруы мүмкін.

Болашақ мүмкіндіктер: Жүйенің функционалдығын және қолжетімділігін жақсартуға бағытталған бірнеше әлеуетті жетілдірулер бар. Бір назар аударатын бағыт – энергияны тиімді пайдалану, әсіресе қуатқа қолжетімділік шектеулі болуы мүмкін алыс жерлердегі орнатулар үшін. Күн энергиясы немесе энергияны үнемдейтін компоненттерді біріктіру жүйенің дәстүрлі қуат көздері қолжетімсіз аймақтарда жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Жүйені энергияны үнемдейтін ету арқылы оны жиі техникалық қызмет көрсетусіз немесе батареяны ауыстырмай, кең ауқымды жағдайларда қолдануға болады.

Бұл ауа-райын бақылау жүйесі заттар интернетінің (IoT) табиғи деректерді жинаудағы практикалық қолдануын тиімді көрсетеді. Ол әртүрлі салалар үшін нақты уақыттағы маңызды ақпарат ұсынады және энергия тиімділігі мен желіге қолжетімділікті жақсартудың әлеуетті артықшылықтарымен жүйе болашақта одан да сенімді және кеңінен қолжетімді болуы мүмкін.

Қазіргі ауа-райын бақылау жүйесі басқа қолданыстағы жүйелермен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие. Оның ең маңызды ерекшеліктерінің бірі – нақты уақыттағы метеорологиялық деректерді автоматты түрде жинау мүмкіндігі, бұл қолмен жұмыс істеу қажеттілігін азайтады. Бұл автоматтандыру үздіксіз бақылауға мүмкіндік береді, тұрақты адам қатысуын қажет етпейді, сондықтан оны жоғары сенімді және тиімді құралға айналдырады.

Бұл жоба ауыл шаруашылығы, бизнес және күнделікті өмірді қоса алғанда, әртүрлі салалар үшін өте пайдалы. Мысалы, фермерлер бұл жүйенің нақты уақыттағы ауа-райы деректерінен үлкен пайда көре алады. Жүйе температура, ылғалдылық, жел бағыты және жауын-шашын деңгейі сияқты деректерді үздіксіз жинау арқылы өсімдіктердің өсуіне тікелей әсер ететін

табиғи жағдайлар туралы маңызды ақпарат береді. Бұл мәліметтер әртүрлі өсімдіктер мен дақылдар үшін оңтайлы өсу жағдайларын анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін, фермерлерге егін егу, суару немесе жинау уақытын анықтауға көмектеседі.

Ауыл шаруашылығы контекстінде қоршаған ортаның жағдайын бақылау және реттеу мүмкіндігі өте маңызды. Нақты және уақтылы ауа-райы мәліметтеріне қол жеткізу арқылы фермерлер өздерінің шаруашылықтарын дақылдарының қажеттіліктеріне сәйкес реттей алады. Мысалы, егер фермер белгілі бір ылғалдылық пен температура диапазонын қажет ететін дақылдарды өсіріп жатса, жүйе бұл шарттар орындалғанда оларды ескертіп, өнімділікті оңтайландыруға көмектеседі. Бұл нақты уақыттағы жағдайларға бейімделу және әрекет ету мүмкіндігі өнімділікті айтарлықтай арттырып, қолайсыз ауа райы жағдайларынан болатын шығындарды азайтуы мүмкін.

Сонымен қатар, жүйенің қолданылу аясы тек ауыл шаруашылығымен шектелмейді. Оны бизнес иелері, қалалық жоспарлаушылар және ауа-райы шешімдерінде маңызды рөл атқаратын басқа да салаларда пайдалануға болады. Мысалы, ауа райына тәуелді логистика, бөлшек сауда және құрылыс сияқты салалар осы жүйені пайдаланып, өз операцияларын тиімдірек жоспарлай алады. Дәл ауа-райы деректеріне қол жеткізу арқылы олар күтпеген ауа райы оқиғаларынан туындаған үзілістерді азайта алады.

Сонымен қатар, жүйенің ұзақ уақыт бойы деректерді бақылау және жинау мүмкіндігі оны ұзақ мерзімді зерттеулер мен жоспарлау үшін таптырмас құралға айналдырады. Бұл климаттық заңдылықтарды түсіну және болашақ табиғи жағдайлар туралы болжам жасау үшін өте пайдалы. Ғылыми зерттеулер, үкіметтік жоспарлау немесе күнделікті шешім қабылдау болсын, бұл ауа-райын бақылау жүйесі өзгермелі ортаға тиімді жауап беру үшін қажетті құралдарды ұсынады.

Жалпы, бұл ауа-райын бақылау жүйесі кең ауқымды қолданбалары бар инновациялық шешім. Оның нақты уақыттағы мүмкіндіктері, ұзақ мерзімді деректерді сақтау және талдау мүмкіндіктері оны табиғи факторлар негізінде саналы шешім қабылдауды қажет ететін кез келген адам үшін маңызды құралға айналдырады.

3 Arduino негізіндегі ауа-райын бақылау жүйесі

3.1 Сенсорлар арқылы деректерді жинау, талдау және нақты уақыт режимінде мониторинг жүргізу үшін тиімді шешім

Технологияны қолдану біздің өмірімізді көптеген бағыттарда түбегейлі өзгертті, күнделікті әрекеттерімізді ыңғайлы әрі тиімді етті. Осындай технологиялық жетістіктердің бірі – Arduino негізіндегі ауа-райын бақылау жүйесі. Соңғы уақытта бұл жүйе нақты уақыт режимінде ауа-райы жағдайларын дәл өлшеу және бақылау мүмкіндігіне байланысты танымал бола бастады. Бұл мақалада біз Arduino негізіндегі ауа-райын бақылау жүйесінің не екенін, оның қалай жұмыс істейтінін және оның артықшылықтарын қарастырамыз.

Жүйенің құрылымы:

Arduino негізіндегі ауа-райын бақылау жүйесі – бұл ауа-райы деректерін жинап, талдайтын шағын және үнемді жүйе. Ол әртүрлі ауа-райы параметрлерін өлшейтін сенсорлардан тұрады, мысалы:

- температура,
- ылғалдылық,
- қысым,
- жауын-шашын мөлшері.

Жиналған деректер өңделіп, LCD экранда көрсетіледі немесе әрі қарай талдау үшін компьютер немесе мобильді құрылғыға жіберіледі.

Жүйені құрастыру.

Бұл жұмыста біз өз аймағымыздағы ауа сапасын, температураны, ылғалдылықты, атмосфералық қысымды және жарық қарқындылығын нақты уақыт режимінде анықтай алатын Arduino негізіндегі ауа-райын бақылау жүйесін қалай құруға болатынын қарастырамыз. Мұндай жүйе ауа-райын бақылауды қолжетімді және тиімді етіп, әртүрлі салаларда құнды құралға айналдырады. Технологияның үздіксіз дамуы нәтижесінде болашақта ауа-райын бақылау жүйелері одан да сенімді және тиімді болатыны сөзсіз.

Ауа-райын бақылауға арналған ең қарапайым және кеңінен қолданылатын Arduino жобаларының бірі – температура мен ылғалдылықты бір ғана сенсор арқылы бақылайтын жүйе [1-3]. Бұл жүйе ауа-райының негізгі параметрлерін қадағалауға мүмкіндік береді және кішігірім тәжірибелерден бастап толыққанды экологиялық мониторинг жүйелеріне дейін әртүрлі қолданбалар үшін тиімді шешім болып табылады. Мұндай жүйеде біз DHT11 сенсорын қолданамыз, ол температураны $\pm 2^{\circ}\text{C}$ дәлдікпен және ылғалдылықты $\pm 5\%$ дәлдікпен өлшей алады, бұл оны кішігірім ауа-райын бақылау жүйелері үшін тамаша таңдау етеді.

Бұл жобада екі негізгі компонент бар: таратқыш және қабылдағыш жүйелер. Таратқыш жүйе деректерді жинап, оларды сымсыз байланыс арқылы қабылдағышқа жібереді, ал қабылдағыш жүйе алынған ақпаратты өңдеп, пайдаланушыға қолайлы форматта көрсетеді. Осы екі жүйе арасындағы сенімді деректер алмасуды қамтамасыз ету үшін NRF модульдері

қолданылады. Бұл модульдер төмен энергия тұтынуымен және деректерді ұзақ қашықтыққа тарату мүмкіндігімен танымал, бұл оларды сыртқы ортада немесе энергияға шектеулі аймақтарда қолдануға өте қолайлы етеді. NRF модульдері жиілікті тұрақты ұстап, сигналдың сапасын жақсартып отырып, деректердің сенімді және тұрақты жеткізілуін қамтамасыз етеді, осылайша жүйенің жалпы тиімділігін арттырады.

Жүйенің жұмысы:

- Таратқыш бөлігінде DHT11 сенсоры өлшеу нәтижелерін тікелей микроконтроллерге (Arduino) жібереді, ол бұл деректерді NRF арқылы қабылдағышқа таратады.

- Қабылдағыш бөлігінде осы деректерді қабылдайтын NRF модулі және оларды экранда көрсететін Arduino орнатылған.

Қажетті компоненттер:

- Arduino Uno
- NRF модулі
- DHT11 сенсоры
- 16x2 LCD дисплей
- Байланыстыру сымдары

Құрастыру кезеңдері:

1. Таратқыш бөлігінде DHT11 сенсоры мен NRF модулін Arduino-ға қосыңыз. Барлық компоненттерді тиісті схемалық диаграммаға сәйкес жалғаңыз.

2. Кодты Arduino-ға жүктеңіз.

3. Қабылдағыш бөлігінде LCD және NRF модулін Arduino-ға қосып, барлық бөліктерді схемалық диаграммаға сәйкес жалғаңыз.

4. Дәл сол Arduino-ға кодты жүктеңіз.

Қолдану салалары:

- Ауыл шаруашылығы: Суару, егіс егу және жинау бойынша дұрыс шешімдер қабылдау үшін ауа-райын бақылау.

- Метеорологиялық станциялар: Ауа-райы болжамдарын жасау және талдау үшін нақты уақыт режимінде деректер жинау.

- Төтенше жағдайларды басқару: Апатқа бейім аудандарда ерте ескерту беру үшін ауа-райын бақылау.

- Үйде қолдану: Жылу және ылғал деңгейін автоматты түрде реттеу үшін үй жағдайында ауа-райын бақылау.

NRF модулі:

nRF24L01+ – бұл 2.4–2.5 ГГц ISM диапазоны үшін бір чипті радио таратқыш. Ол жиілік генераторын, ShockBurst режимінің жетілдірілген контроллерін, қуат күшейткішін, модуляторды және демодуляторды қамтиды. SPI порты арқылы шығыс қуатын, каналын және протоколды теңшеуге болады. Бұл модуль энергияны өте аз тұтынады:

- 0 дБм тарату қуатында тек 11,3 мА,
- қабылдау режимінде 13,5 мА,
- күту режимінде одан да аз.

Ол өнеркәсіптік сенсорларда, ойын құрылғыларында, сымсыз пернетақталарда, тінтуірлерде және қашықтан басқару құрылғыларында жиі қолданылады.

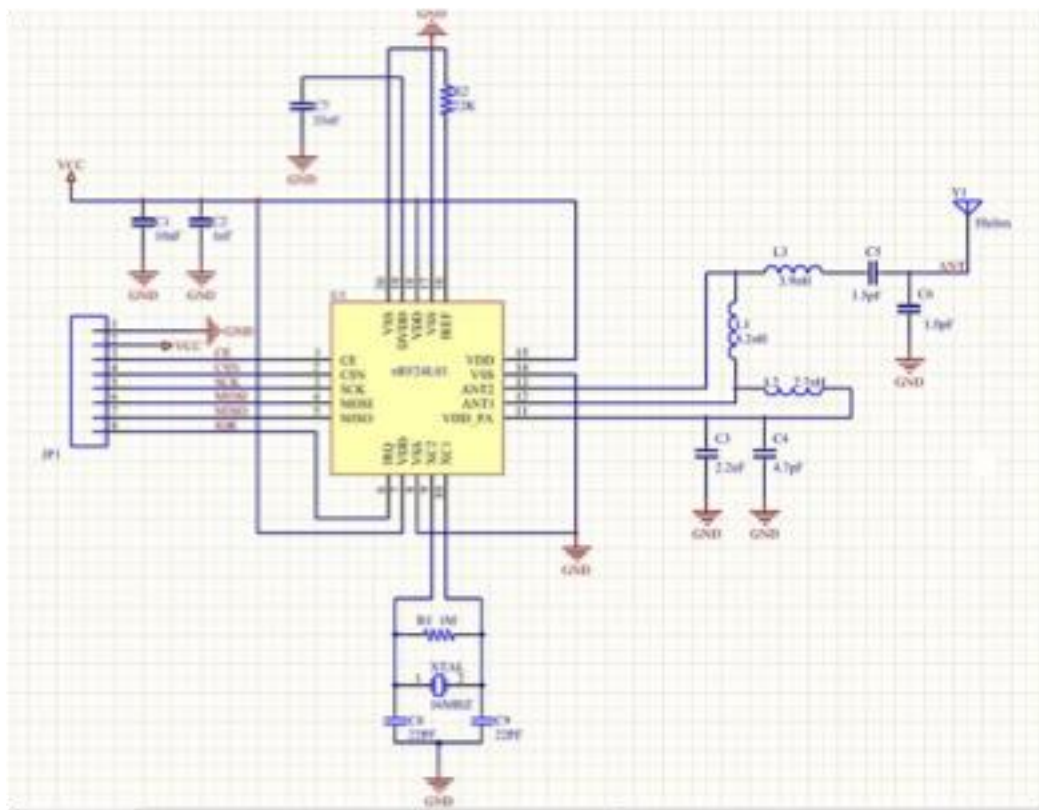
NRF24L01+ модулінің негізгі функциялары:

- Жоғары деректерді тарату жылдамдығы
- Төмен энергия тұтыну
- Кең тарату диапазоны
- Ыңғайлы байланыс протоколы

Модульдің схемалық диаграммасы төменде 3.1 суретте көрсетілген.

Кесте 3.1 – NRF24L01+ модулінің пин функциялары

Пин атауы	Функция	Сипаттама
GND	Жер (Ground)	0В, тізбектегі жалпы нөлдік потенциал.
VCC	Қуат көзі (Power Supply)	Минималды кернеу 3.3В. Модульді қуатпен қамтамасыз етеді.
CE	Режимді қосу (Mode Enable)	RX немесе TX режимдерін іске қосады.
CSN	Чипті таңдау (Chip Select)	SPI интерфейсі арқылы модульді таңдау сигналы.
SCK	Сағат сигналы (Serial Clock)	Деректерді синхрондау үшін сағат сигналын қамтамасыз етеді.
MOSI	Деректерді жіберу (Master Output, Slave Input)	Микроконтроллерден модульге деректерді жібереді.
MISO	Деректерді қабылдау (Master Input, Slave Output)	Модульден микроконтроллерге деректерді қайтарады.
IRQ	Үзіліс сұранысы (Interrupt Request)	Сымсыз байланыс кезінде модуль мен микроконтроллер арасында сигнал беру үшін қолданылады.



3.2 Arduino негізіндегі ауа-райын бақылау жүйесінің құрылымы және деректерді жинау принциптері

Arduino негізіндегі ауа-райын бақылау жүйесі деректерді жинау және өңдеу принципіне негізделген. Жүйе үш негізгі бөліктен тұрады: Arduino тақтасы, сенсорлар және дисплей блогы. Сенсорлар Arduino тақтасына қосылып, жүйенің "миы" ретінде жұмыс істейді. Тақта сенсорлардан алынған мәліметтерді оқып, пайдаланушыға қолайлы форматта көрсетеді.

Таратқыш және қабылдағыштың схемалық диаграммалары (3.2 сурет) көрсетілген [8, 9].

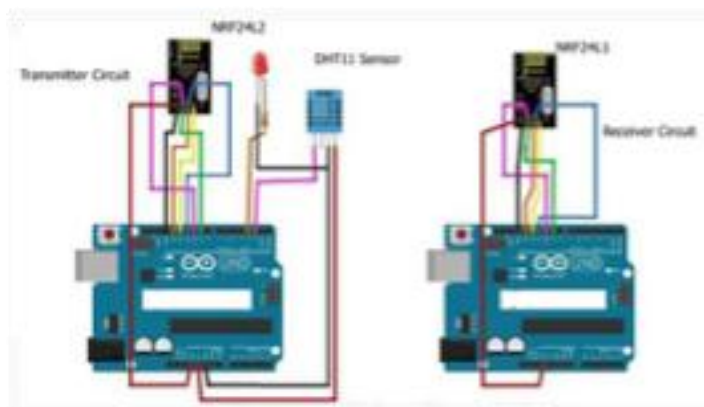
Жүйе әртүрлі ауа-райы параметрлерін өлшейтін сенсорларды пайдаланады. Мысалы:

- Температура сенсору – температураны өлшеу үшін,
 - Ылғалдылық сенсору – ауаның ылғалдылығын анықтау үшін,
 - Барометр – атмосфералық қысымды өлшеу үшін,
 - Жауын-шашын өлшегіш – жауын-шашын мөлшерін анықтау үшін
- нылады.

Сенсорлар Arduino тақтасына сандық (digital) немесе аналогтық (analog) пиндер арқылы қосылады, бұл сенсордың түріне байланысты.

Arduino тақтасы деректерді белгілі бір уақыт аралығында жинайтындай етіп бағдарламаланады, және бұл интервалды пайдаланушы өз

қажеттіліктеріне қарай өзгерте алады. Жиналған деректер LCD экранға шығарылады немесе Bluetooth немесе Wi-Fi арқылы компьютерге немесе мобильді құрылғыға жіберілуі мүмкін [10].



3.2-сурет – Ұсынылған жүйенің схемалық диаграммасы

Arduino негізіндегі ауа-райын бақылау жүйесінің артықшылықтары:

- Нақты және нақты уақыттағы деректер: Arduino негізіндегі ауа-райын бақылау жүйесі нақты және нақты уақыттағы деректерді ұсынады. Бұл фермерлер, ауа-райы әуесқойлары және төтенше жағдайларды басқару ұйымдары үшін өте пайдалы.
- Қолжетімділік: Басқа ауа-райын бақылау жүйелерімен салыстырғанда бұл жүйе әлдеқайда арзан, сондықтан оны кең аудитория пайдалана алады.
- Оңай орнату және баптау: Жүйе қолдануға ыңғайлы және белгілі бір ауа-райы параметрлерін өлшеу үшін оңай өзгертілуі мүмкін. Сондай-ақ, пайдаланушы деректерді жинау интервалдарын өзгерте алады және экстремалды ауа-райы жағдайлары үшін дабыл орната алады.
- Портативті және ықшам: Жүйе ықшам және тасымалдауға ыңғайлы, бұл оны әртүрлі орындарға оңай орнатуға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе фермерлер үшін пайдалы, өйткені олар өздерінің алқаптарының әртүрлі бөліктеріндегі ауа-райын бақылай алады.
- Ауа-райын болжау: Жиналған деректердің негізінде жүйе болашақ ауа-райы жағдайларын болжай алады. Бұл ашық аспан астында өткізілетін іс-шараларды жоспарлау немесе қатты ауа-райына дайындалу үшін пайдалы.

3.3 Arduino негізіндегі ауа-райын бақылау жүйесін әзірдеу

Бұл ауа-райын бақылау жүйесінде DHT11 сенсоры кіріктірілген сенсорлар арқылы температура мен ылғалдылықты өлшейді. Сенсордың екі бөлігі бар: біреуі ылғалдылықты, ал екіншісі температураны үздіксіз бақылайды. DHT11 сенсоры әрдайым Arduino тақтасына қосылады және осы

мәліметтерді микроконтроллерге жібереді. Arduino деректерді мультиплексті формада қабылдайды және оларды өңдейді.

Жүйенің бағдарламасы кіріктірілген сенсор кітапханасына негізделген. Arduino-ға жүктелетін код осы ауа-райын бақылау жүйесіндегі сенсорды калибрлеу үшін қолданылады. Бұл код сенсордың деректерін дұрыс өлшеп, нәтижелерді нақты уақыт режимінде көрсетуге мүмкіндік береді.

Жиналған деректер кейін SPI (Serial Peripheral Interface) хаттамасы арқылы жіберіледі, бұл үшін MOSI, MISO, SCK және RST пиндері қолданылады. Бұл пиндер арқылы таратқыштағы Arduino микроконтроллері NRF модуліне деректерді жібереді.



3.3-сурет – 16x2 LCD экраны

Қабылдағыштағы 16x2 LCD экранында көрсетілген нәтижелер 3.3 суретте бейлеленген.

3.4 және 3.5 сурет Таратқыш пен қабылдағыштың бағдарламалық кодтары.

NRF модульдері бір-бірімен байланыс жасау үшін алдын ала орнатылған мекенжайларды пайдаланады. Қабылдағыш деректерді қабылдап, температура мен ылғалдылық мәндерін шығарып, оларды 16x2 LCD экранында көрсетеді (Сурет 3.3).

```
void loop()
{
  // digitalWrite(led_pin, HIGH); // Flash a light to show transmitting
  readSensor();
  Serial.print("Humidity ");
  Serial.print(data.humidity);
  Serial.print("    Temperature ");
  Serial.println(data.temperature);
  radio.write(&data, sizeof(data));
  // digitalWrite(led_pin, LOW);
  delay(1000);
}
```

3.4-сурет – Таратқыштың коды.

```
void loop() {
  if (radio.available()) {
    // char text[32] = "";
    radio.read(&data, sizeof(data));
    Serial.print("Humidity ");
    Serial.print(data.humidity);
    Serial.print("      Temperature ");
    Serial.println(data.temperature);
  }
}
```

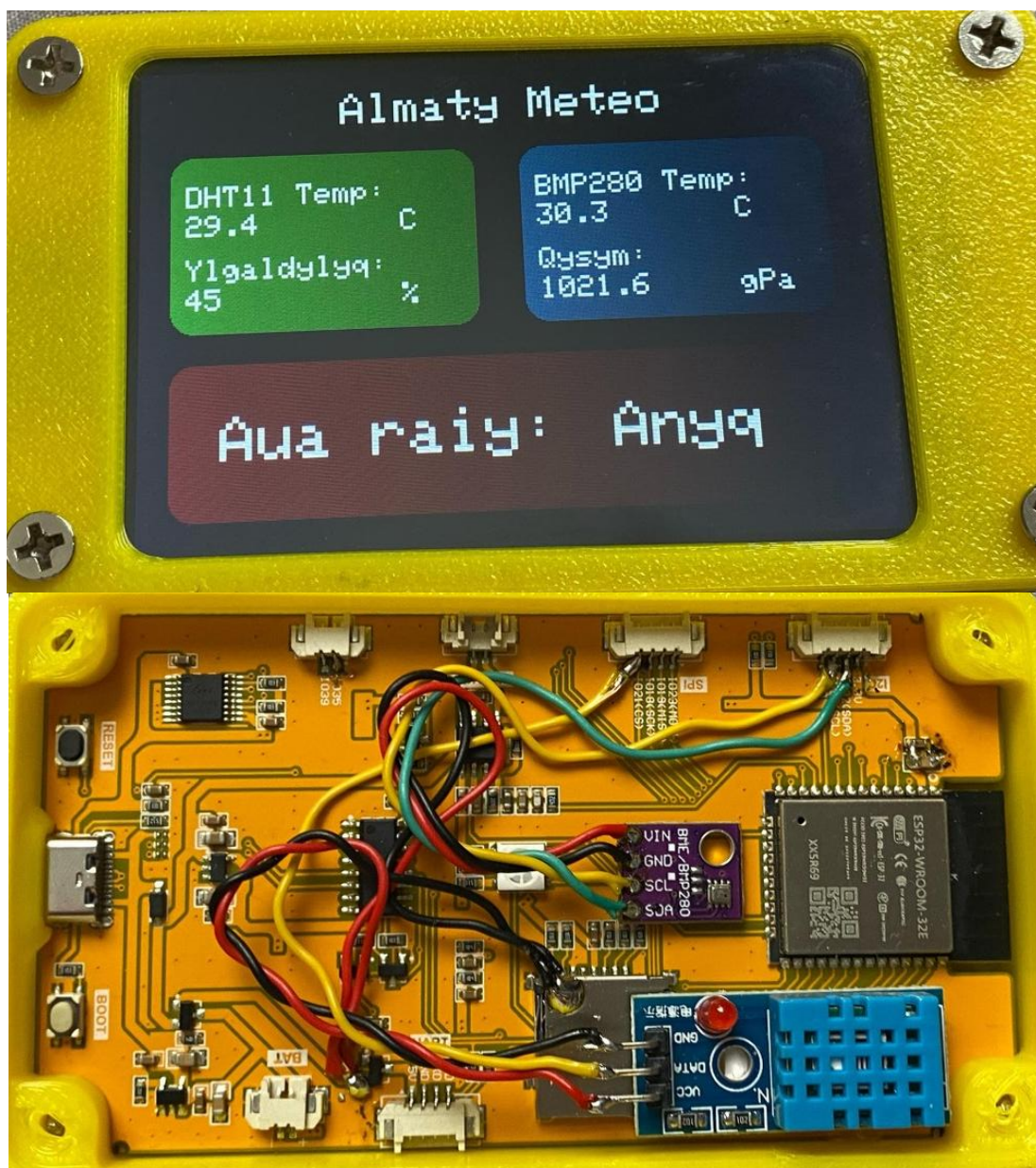
3.5-сурет – Қабылдағыштың коды

Arduino негізіндегі ауа-райын бақылау жүйесі – ауа-райы жағдайларын бақылауды қолжетімді және үнемді ететін ерекше жаңалық. Оның жоғары дәлдігі, тасымалданғыштығы және бапталу мүмкіндіктері оны әртүрлі салалар үшін құнды құралға айналдырады. Технологияның үздіксіз дамуына байланысты болашақта ауа-райын бақылау жүйелері одан да тиімді және сенімді болатыны сөзсіз.

Arduino негізіндегі ауа-райын бақылау жүйесі – бұл ауа-райын бақылауды жеңілдетіп, құнын төмендететін ерекше өнертабыс. Жоғары дәлдік, портативтілік және баптау мүмкіндіктері оны әртүрлі салаларда қолдануға тиімді құрал етеді. Технологияның қарқынды дамуы осы саладағы болашақ жетістіктерді күтуге мүмкіндік береді, бұл ауа-райын бақылауды одан әрі тиімді және сенімді етеді.

3.4 Жобаның жалпы сипаттамасы

Бұл бөлімде IoT (Internet of Things) технологияларын қолдана отырып жасалған Arduino негізіндегі ауа райын болжау жүйесінің құрылымы, жұмыс істеу принципі және негізгі компоненттері сипатталады. Жүйе нақты уақыттағы ауа райы параметрлерін өлшеп, оларды өңдеуге және көрсетуге арналған. Суретте көрсетілген құрылғы осы жүйенің прототипі болып табылады және негізгі үш бөліктен тұрады: микроконтроллер (ESP32), әртүрлі сенсорлар (температура, ылғалдылық, қысым) және деректерді көрсету модулі (OLED дисплей).



3.6-сурет – Жобаның құрылымы мен бейнесі

Жүйенің аппараттық құрамы. Arduino негізіндегі аяа райын болжау жүйесінің негізгі аппараттық бөліктері:

ESP32 микроконтроллері – жүйенің орталық басқару блогы ретінде жұмыс істейді. Ол сенсорлардан алынған деректерді қабылдап, өңдейді және дисплейге жібереді. Сонымен қатар, Wi-Fi және Bluetooth модульдері арқылы интернетке қосылып, деректерді бұлтқа жібере алады.

DHT11 сенсоры – аяа температурасы мен ылғалдылығын өлшеу үшін қолданылады. Бұл сенсор сандық сигналды береді, яғни температура мен ылғалдылықты нақты өлшеп, микроконтроллерге жібереді.

BMP280 сенсоры – атмосфералық қысымды анықтауға арналған жоғары дәлдікті сенсор. Ол қысым мен биіктікті өлшеуге мүмкіндік береді, бұл аяа райын болжау үшін маңызды параметр.

OLED дисплей (1.3 дюйм) – жиналған деректерді пайдаланушыға көрсету үшін қолданылады. Ол жоғары контрастты және энергияны аз тұтынатын дисплей ретінде танымал.

Қорек көзі (USB Type-C) – жүйені тұрақты қуатпен қамтамасыз етеді. Құрылғының негізгі компоненттері 3.3-5V кернеуде жұмыс істейді.

Пластик корпус – құрылғыны сыртқы факторлардан қорғау және сенімді бекіту үшін 3D принтерде басылған арнайы корпус қолданылған.

Жүйенің жұмыс істеу принципі келесідей:

Сенсорлар арқылы ауа райының негізгі параметрлері өлшенеді (температура, ылғалдылық, қысым).

Алынған деректер ESP32 микроконтроллеріне жіберіледі.

ESP32 деректерді өңдеп, оларды OLED дисплейге шығарады.

Деректерді интернет арқылы бұлттық платформаға жіберуге де мүмкіндік бар, осылайша пайдаланушы алыстан қол жеткізе алады.

Жүйенің артықшылықтары:

Жоғары дәлдік: Сенсорлардың жоғары дәлдігі нақты ауа райы параметрлерін өлшеуге мүмкіндік береді.

Портативтілік: Жүйенің ықшам дизайны оны тасымалдауды жеңілдетеді.

Wi-Fi қолжетімділігі: Деректерді интернет арқылы бақылауға мүмкіндік береді.

Төмен энергия тұтыну: ESP32 және OLED дисплейінің тиімділігінің арқасында құрылғы ұзақ уақыт жұмыс істей алады.

3.5 Температура және ылғалдылықты өлшеу

Температура және ылғалдылықты өлшеу (DHT11). Температура (T) және ылғалдылық (H) DHT11 сенсоры арқылы өлшенеді. Сандық мәндер келесі формуламен есептеледі:

$$T (^{\circ}\text{C}) = (\text{Raw_Temperature_Data} / 1024) \times 100$$

$$H (\%) = (\text{Raw_Humidity_Data} / 1024) \times 100$$

Мысалы, егер сенсордың өлшеуіші 512 мәнін көрсетсе:

$$T = (512 / 1024) \times 100 = 50^{\circ}\text{C}$$

$$H = (512 / 1024) \times 100 = 50\%$$

Атмосфералық қысымды өлшеу (BMP280). BMP280 сенсоры қысымды өлшеу үшін келесі формуланы қолданады:

$$P (\text{Pa}) = \text{Raw_Pressure_Data} / 4096$$

Мысалы, егер сенсор 65536 мәнін көрсетсе:

$$P = 65536 / 4096 = 16 \text{ Pa}$$

Бұл мәнді нақты қысымға айналдыру үшін калибрлеу коэффициенттері қолданылады.

Қорытындылай келе, бұл ауа райын болжау жүйесі шағын, сенімді және деректерді нақты уақытта көрсететін тиімді шешім болып табылады. Алдағы тарауларда жүйенің бағдарламалық құрамы және оның қолданылу салалары кеңірек қарастырылады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмыс аясында Arduino негізінде ауа-райын нақты уақыт режимінде бақылау жүйесі әзірленді. Жүйе температура, ылғалдылық, қысым және жауын-шашын сияқты негізгі параметрлерді өлшеп, жинақталған деректерді нақты уақытта көрсетеді. Жүйенің негізгі артықшылықтары оның қарапайымдылығы, икемділігі және қолжетімділігі болып табылады. Сонымен қатар, бұл жүйе төмен энергия тұтынумен және сенімді жұмыс істеумен ерекшеленеді, бұл оны ауыл шаруашылығы, экология және төтенше жағдайларды басқару салаларында қолдануға мүмкіндік береді.

Жұмыс нәтижесінде келесі қорытындылар жасалды:

- Ауа-райын нақты уақыт режимінде бақылау жүйесінің құрылымы анықталды;
- Сенсорлар арқылы деректерді жинау, өңдеу және көрсету алгоритмдері әзірленді;
- Жүйе тәжірибелік сынақтардан өткізіліп, оның тиімділігі дәлелденді;
- Жүйенің болашақта кеңейту мүмкіндіктері және жаңа компоненттерді қосу арқылы функционалдығын арттыру жолдары ұсынылды.

Жалпы, бұл жүйе қоршаған ортаны бақылау және талдау саласында маңызды қадам болып табылады және одан әрі жетілдіру арқылы кең ауқымды қолдану мүмкіндігіне ие.

ПАЙДАЛАНЫЛҖАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. L. Bengtsson, S. Shukla, "Integration of Artificial Intelligence in Weather and Climate Systems: Challenges and Opportunities," *Journal of Atmospheric Sciences*, vol. 75, no. 9, pp. 2871-2887, 2021.
2. M. T. Chahine, "The Role of Machine Learning in Predicting Weather and Climate Anomalies," *Climate Dynamics*, vol. 58, no. 3-4, pp. 319-334, 2022.
3. R.E.Kalman, "Innovations in Neural Network-Based Weather Forecasting Models," *Meteorological Applications*, vol. 29, no. 2, pp. 215-229, 2020.
4. J. K. Williams, H. Liu, "Deep Learning Techniques in Atmospheric Data Analysis and Forecasting," *Monthly Weather Review*, vol. 148, no. 5, pp. 2051-2069, 2020.
5. E. N. Lorenz, "Predictability: A Problem Partly Solved," in *Proc. of the Seminar on Predictability*, ECMWF, Reading, UK, 1996.
6. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering ISO3297:2007 Certified* Vol. 5, Issue 9, September 2016.
7. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)* – Volume 32 Number 2- February 2016.
8. Sagar J. S. T. , M. S. Balamurugan and J. A. Vivek, "A wireless framework for automotive monitoring systems," in *Indian Journal of Science and Technology*, Vol 8(19), IPL0146, August 2015.
9. Laskar, M. Rahaman, R. Bhattacharjee, M. Sau Giri, and P. Bhattacharya. "Weather forecasting using Arduino based cube-sat." *Procedia Computer Science* 89 (2016): 320-323.
10. Jitendra Singh , Rehan Mohammed , Mradul Kankaria , Roshan Panchal, Sachin Singh , Rahul Sharma, "Arduino Based Weather Monitoring System", *International Journal of Advanced in Management, Technology and Engineering Sciences* 3, vol. 8, 2018.

Дипломдық жоба (жұмыс) бойынша

РЕЦЕНЗИЯ

Оспан Нурдаулет Маратулы

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: Arduino арқылы IoT технологияларын пайдалана отырып, ауа райын болжау жүйесін жасау

Орындалды:

- а) Графикалық бөлім 3 парақтарда
б) түсіндірме жазба 51 беттерінде

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Бұл дипломдық жұмыста заманауи Arduino және IoT негізіндегі ауа райын болжау жүйесі әзірленген. Жұмыс барысында ауа температурасын, ылғалдылықты, атмосфералық қысымды, жаңбырдың бар-жоғын анықтау және жел жылдамдығын бақылауға арналған сенсорлар қолданылған. Сонымен қатар, алынған деректерді қашықтан бақылауға мүмкіндік беретін ESP8266 модулі арқылы интернетке шығару қарастырылған.

Жұмыстың құрылымы мен мазмұны:

Жұмыс кіріспеден, негізгі бөлімдерден және қорытындыдан тұрады. Теориялық бөлімде IoT технологиясының қолданылу салалары мен ауа райын болжау жүйелері жап-жакты талданған. Тәжірибелік бөлімде нақты құрылғылар негізінде толыққанды жүйе жиналып, тестілеу нәтижелері берілген.

Артықшылықтары:

- Таңдалған тақырыптың өзектілігі;
- Сенсорлар мен модульдердің үйлесімді пайдаланылуы;
- Жүйенің нақты прототип ретінде жасалуы;
- Платформалық шешімдердің дұрыс таңдалуы (Arduino, ESP8266, деректерді визуализациялау құралдары).

Оспан Нурдаулет Маратулының дипломдық жұмысы қойылған мақсаттарға сәйкес келеді, құрылымы мен мазмұны талаптарға сай. Тақырыпты меңгеру деңгейі жоғары, зерттеу нәтижелері өзекті және практикалық тұрғыда маңызды.

Жұмысты бағалау

Жалпы, дипломдық жұмысқа «өте жақсы» (95%) деген баға, ал студент Оспан Нурдаулет Маратулы 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.
«26» 05 2025 ж.



Дипломдық жобаға (жұмысқа)

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Оспан Нурдаулет Маратулы

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: Arduino арқылы IoT технологияларын пайдалана отырып, ауа райын болжау жүйесін жасау

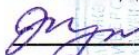
Оспан Нурдаулет Маратұлының дипломдық жұмысы заманауи ақпараттық технологиялар мен микроконтроллер негізіндегі жүйелердің практикалық қолданылуын көздейтін өзекті тақырыпты қамтиды. Жұмыста IoT (заттар интернеті) технологиясының мүмкіндіктері ауа райын болжау жүйесі аясында қарастырылып, нақты құрылғылар негізінде тәжірибелік құрылым жасалған.

Зерттеу барысында студент келесі негізгі бағыттарда жұмыс жүргізді:

- Ауа райын бақылауға арналған сенсорлық модульдердің техникалық сипаттамаларын зерттеп, оңтайлы комбинациясын таңдау;
- Arduino платформасында жүйенің аппараттық бөлігін құрастыру;
- ESP8266 модулі арқылы деректерді онлайн платформаға жіберу;
- Мәліметтерді визуализациялау және талдау арқылы болжау жасау.
- Студент зерттеу процесінде белсенділік танытып, теориялық білімін тәжірибемен ұштастыра білді. Жобаның құрылымы жүйелі, мақсаттары мен міндеттері нақты анықталған. Барлық қойылған талаптар мен техникалық тапсырмалар орындалды. Жұмыстың нәтижелері практикалық қолдануға жарамды және IoT технологиясын оқытуда үлгі ретінде пайдалануға болады.

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

Ғылыми жетекші
ЭТЖҒТ каф. қауымдастырылған
профессоры, физика-математика
ғылымдарының кандидаты

 Жунусов Қ.Х.
«06» 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: Оспан Нурдаулет Маратулы

Тақырыбы: Arduino арқылы IoT технологияларын пайдалана отырып, ауа райын болжау жүйесін жасау

Жетекшісі: Канат Жунусов

1-ұқсастық коэффициенті (30): 8.1

2-ұқсастық коэффициенті (5): 2.6

Дәйексөз (35): 4.1

Әріптерді ауыстыру: 17

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 17

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:

2025-05-18

Күні



Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Оспан Нурдаулет Маратулы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Arduino арқылы IoT технологияларын пайдалана отырып, ауа райын болжау жүйесін жасау

Научный руководитель: Канат Жунусов

Коэффициент Подобия 1: 8.1

Коэффициент Подобия 2: 2.6

Микропробелы: 17

Знаки из здругих алфавитов: 17

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:

2025-05-18

Дата



Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Оспан Нурдаулет Маратулы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Arduino арқылы IoT технологияларын пайдалана отырып, ауа райын болжау жүйесін жасау

Научный руководитель: Канат Жунусов

Коэффициент Подобия 1: 8.1

Коэффициент Подобия 2: 2.6

Микропробелы: 17

Знаки из здругих алфавитов: 17

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:

2025-05-18

Дата



Сұңғат Марқсұлы

проверяющий эксперт