

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

Оразалы Сақтапберген Нұрқалұлы

«Ауыл шаруашылығын бақылау және басқару үшін LoRaWAN қолданысын  
зерттеу»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Алматы 2024 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ  
МИНИСТРЛІГІ

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

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы



ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Ауыл шаруашылығын бақылау және басқару үшін LoRaWAN  
қолданысын зерттеу»

6B06201 – «Телекоммуникация»

Орындаған:

Оразалы С.Н

Пікір беруші:  
ҚазҰАЗУ PhD,  
қауымдастырылған профессор  
Өлібек Н.

Ғылыми жетекші  
PhD, ЭТжҒТ,  
қауымдастырылған профессор  
Тайсариева К.Н

« 27 » 2024 ж.

« 28 » 2024 ж.

Алматы 2024








### КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Ауыл шаруашылығының қажеттіліктерін талдау:	04.01.2024 - 01.02.2024	Орындалды
Қолданыстағы жүйелерді біріктіру; Деректерді беруді оңтайландыру	01.02.2024 - 01.03.2024	Орындалды
Басқару жүйесі мен LoRaWAN желісінің түйіндері арасындағы өзара әрекеттесу хаттамаларын жасалынады.	01.03.2024 - 30.05.2024	Орындалды

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

#### қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	Тайсариева К.Н., PhD., ЭТЖҒТ қауымдастырылған профессор	31.05.2024	
Теориялық ақпарат	Тайсариева К.Н., PhD., ЭТЖҒТ қауымдастырылған профессор		
Норма бақылау	Досбаев Ж.М. ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы, PhD	31.05.2024	

Ғылыми жетекшісі



К.Н.Тайсариева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



С.Н.Оразалы

Күні «30» 05 2024 ж.

## **АНДАТПА**

Бұл дипломдық жұмыс мониторинг және басқару мақсатында ауыл шаруашылығы контекстінде LoRaWAN технологиясын зерттеуге және қолдануға арналған. Жұмыс ауылшаруашылық кәсіпорындарының алдында тұрған негізгі мәселелерді және оларды шешу үшін заманауи бақылау жүйелерінің қажеттіліктерін көрсетеді. LoRaWAN технологиясын байланыстың кең ауқымы мен ұзақ мерзімді сенімділігін қамтамасыз ететін қашықтан бақылау жүйелерін құрудың тиімді құралы ретінде қарастырады. Жұмыста қолданыстағы шешімдерге шолу, олардың ауылшаруашылық міндеттеріне қолданылуын талдау, сондай-ақ LoRaWAN технологиясы негізінде өзіндік мониторинг жүйесін әзірлеу ұсынылған. Зерттеу нәтижелері ауылшаруашылық кәсіпорындары үшін өндіріс тиімділігін арттыруға, ресурстарды пайдалануды оңтайландыруға және ауылшаруашылық өнімдерінің сапасын жақсартуға ықпал ететін маңызды практикалық мәнге ие.

## **АННОТАЦИЯ**

Данная дипломная работа посвящена исследованию и применению технологии LoRaWAN в контексте сельского хозяйства для целей мониторинга и управления. В работе освещаются основные проблемы, с которыми сталкиваются сельскохозяйственные предприятия, и потребности в современных системах мониторинга для их решения. Автор рассматривает технологию LoRaWAN как эффективное средство для создания систем удаленного мониторинга, обеспечивающих широкий охват и долгосрочную надежность связи. В работе представлен обзор существующих решений, анализ их применимости к сельскохозяйственным задачам, а также разработка собственной системы мониторинга на базе технологии LoRaWAN. Результаты исследования имеют важное практическое значение для сельскохозяйственных предприятий, способствуя повышению эффективности производства, оптимизации использования ресурсов и улучшению качества агропродукции.

## **ANNOTATION**

This thesis is devoted to the research and application of LoRaWAN technology in the context of agriculture for monitoring and management purposes. The paper highlights the main problems faced by agricultural enterprises and the needs for modern monitoring systems to solve them. The author considers LoRaWAN technology as an effective tool for creating remote monitoring systems that provide wide coverage and long-term reliability of communication. The paper provides an overview of existing solutions, an analysis of their applicability to agricultural tasks, as well as the development of its own monitoring system based on LoRaWAN

technology. The results of the study are of great practical importance for agricultural enterprises, contributing to increasing production efficiency, optimizing the use of resources and improving the quality of agricultural products.



## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 LoRaWAN технологиясына кіріспе және оны ауыл шаруашылығында қолдану	10
1.1 LoRaWAN технологиясының негіздері	10
1.2 Lora Радио интерфейсі	11
1.3 LoRaWAN ауыл шаруашылығында пайдаланудың артықшылықтары мен шектеулері	14
1.4 Ауыл шаруашылығындағы қолданыстағы мониторинг жүйелеріне шолу	14
1.5 Ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының мониторинг және басқару жүйелеріне қажеттілігі	15
2 Мониторинг жүйесіне қойылатын талаптарды анықтау	18
2.1 Жүйеге арналған жабдықтар мен сенсорларды таңдау	20
2.2 Деректерді жинау және талдау үшін бағдарламалық жасақтама жасау	26
2.3 Ауыл шаруашылығында бағдарламалық жасақтаманы әзірлеуге арналған техникалық стек пен бөлшектердің мысалы	28
2.4 Мониторинг жүйесін ауыл шаруашылығындағы қолданыстағы технологиялық процестермен интеграциялау	29
3 LoRaWAN ауыл шаруашылығындағы тиімділігі мен пайдалану перспективасын бағалау	32
3.1 LoraWAN технологиясында тиімділікті есептеулер	33
3.2 Мониторинг жүйесі жұмысының нәтижелерін сынау және талдау жүргізу	39
3.3 LoRaWAN технологиясын ауыл шаруашылығына енгізудің экономикалық пайдасын бағалау	40
3.4 Даму перспективаларын сәйкестендіру және мониторинг жүйесін одан әрі жақсарту	41
Қорытынды	43
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	44

## КІРІСПЕ

Қазіргі әлемде ауыл шаруашылығы азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуде, экологиялық тепе-теңдікті сақтауда және көптеген елдердің әлеуметтік-экономикалық дамуында шешуші рөл атқарады. Дегенмен, оның алдында Климаттық жағдайлардың өзгеруі, халықтың өсуі және азық-түлікке сұраныстың артуы сияқты маңызды қиындықтар тұр, бұл ресурстарды тиімдірек пайдалануды және өндіріс процестерін оңтайландыруды талап етеді.

Біздің дипломдық жұмысымыздың тақырыбы LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) технологиясына кіріспе және оның ауыл шаруашылығында әлеуетті қолданылуы туралы. LoRaWAN-бұл ұзақ қашықтықтағы және төмен қуатты сымсыз деректерді беру технологиясы, бұл оны ауыл шаруашылығында бақылау және басқару жүйелерін құру үшін тамаша шешім етеді. Осы тақырып аясында біз LoRaWAN жұмысының негіздерін, оның архитектурасы мен жұмыс істеу принциптерін қарастырып қана қоймай, сонымен қатар осы технологияның техникалық мүмкіндіктері мен шектеулерін жақсы түсіну үшін әртүрлі модуляция әдістері мен желіге кіру деңгейлерін егжей-тегжейлі қарастырамыз. Сонымен қатар, біз LoRaWAN желілерінің қазіргі даму тенденцияларын және олардың әртүрлі салаларда, соның ішінде ауыл шаруашылығында қолданылуын талдаймыз.

Сонымен қатар, біз ауылшаруашылық кәсіпорындарының алдында тұрған мәселелерді зерттеуге кірісеміз және агроөнеркәсіптік сектордағы мониторинг және басқару жүйелеріне қойылатын нақты қажеттіліктер мен талаптарды қарастырамыз. Біз климаттық жағдайларды бақылау, сумен жабдықтау, тыңайтқыштар мен пестицидтерді басқару, топырақ пен өсімдіктердің денсаулығын бақылау сияқты ауылшаруашылық өндірісінің әртүрлі аспектілерін талдаймыз. Бұл бізге аграрлық кәсіпорындардың қажеттіліктерінің ерекшеліктерін жақсы түсінуге және LoRaWAN технологиясымен шешілетін негізгі міндеттерді анықтауға мүмкіндік береді.



# **1 LoRaWAN технологиясына кіріспе және оны ауыл шаруашылығында қолдану**

Тарихи тұрғыдан экономиканың негізі болып табылатын және азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ететін ауыл шаруашылығы біздің заманымызда қиын сынақтарға тап болады. Климаттық жағдайлардың өзгеруі, халықтың өсуі және тұтыну әдеттерінің өзгеруі ауылшаруашылық процестерін басқарудың тиімді және инновациялық тәсілдерін қажет етеді. Бұл тұрғыда LoRaWAN технологиясы, Long Range Wide Area Network, көптеген ауылшаруашылық мәселелерін шешудің негізгі элементіне айналады.

LoRaWAN – бұл интернет заттары (IoT) үшін оңтайландырылған сымсыз деректер технологиясы. Ол төмен қуат тұтынуымен жоғары деректер диапазонымен ерекшеленеді, бұл оны байланыс желілеріне қол жетімділік шектеулі болуы мүмкін Ауылдық жерлерде қолдану үшін тамаша шешім етеді. Оның жоғары өткізгіштігі ғимараттар мен өсімдіктер сияқты кедергілерден өтіп, қиын жағдайларда да сенімді байланыс орнатуға мүмкіндік береді.

LoRaWAN – ауыл шаруашылығында қолдану өндірістік процестерді жақсарту және ресурстарды оңтайландыру үшін көптеген мүмкіндіктер ашады. Температура, ылғалдылық, жарықтандыру және топырақ ылғалдылығы сияқты қоршаған орта параметрлерін бақылау және басқару LoRaWAN-ға қосылған сенсорлардың арқасында қол жетімді болады. Бұл ауылшаруашылық кәсіпорындарына нақты деректерге негізделген ақпараттандырылған шешімдер қабылдауға және ресурстарды пайдалануды оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, LoRaWAN ауылшаруашылық өндірісінің әртүрлі аспектілерін автоматтандыру үшін пайдаланылуы мүмкін, соның ішінде автоматты суару, зиянкестер мен ауруларды бақылау және түгендеуді басқару. Бұл ауылшаруашылық кәсіпорындарына көп уақытты қажет ететін процестерге шығындарды азайтуға және өндіріс тиімділігін арттыруға көмектеседі.

Осылайша, LoRaWAN технологиясын ауыл шаруашылығында пайдалану аграрлық сектордағы басқару мен өнімділікті айтарлықтай жақсартуға қабілетті перспективалы даму бағытын білдіреді. Осы саладағы қосымша зерттеулер LoRaWAN қолданудың мүмкіндіктері мен артықшылықтарын тереңірек түсінуге және оны ауыл шаруашылығында қолданудың инновациялық тәсілдерін жасауға мүмкіндік береді.

## **1.1 LoRaWAN технологиясының негіздері**

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) – бұл интернет заттарының (IoT) байланысын қамтамасыз етуге арналған сымсыз деректер технологиясы. Оның басты ерекшелігі-деректерді минималды қуат тұтынумен ұзақ қашықтыққа тасымалдау мүмкіндігі, бұл оны бақылау, бақылау және басқаруды қоса алғанда, әртүрлі қолданбалар үшін тамаша шешім етеді.

LoRaWAN chirp Spread Spectrum (CSS) модуляциясы негізінде жұмыс істейді, бұл оған ең аз қуат тұтыну деңгейінде ұзақ қашықтыққа жетуге мүмкіндік береді. LoRaWAN-ға қосылған құрылғылар лицензияланған спектрден тыс радиожилік диапазонын қолдана отырып, деректерді қысқа пакеттер түрінде жібереді.

LoRaWAN Компоненттері:

LoRaWAN жүйесі бірнеше негізгі компоненттерден тұрады:

Құрылғылар (old Devices): бұл сенсорлар, ақылды есептегіштер, бақылау құрылғылары және деректерді жинап, оларды желіге жіберетін басқа нысандар.

Шлюздер (Gateways): олар құрылғылардан деректерді қабылдайды және оларды Интернет желісіне жібереді.

Желілік серверлер (Network Servers): бұл желіні басқаратын және деректерді өңдейтін және деректерді беру қауіпсіздігін қамтамасыз ететін бағдарламалық жасақтама.

Бұлтты инфрақұрылым: мұнда деректер сақталады, аналитикалық құралдар мен құрылғыларды басқару қамтамасыз етіледі.

LoRaWAN Артықшылықтары:

Ұзақ диапазон: LoRaWAN деректерді қалалық ортада бірнеше шақырымға және ауылдық жерлерде бірнеше ондаған шақырымға дейін жібере алады.

Төмен қуат тұтыну: LoRaWAN құрылғылары батареяларда ұзақ уақыт жұмыс істеуге мүмкіндік беретін төмен қуат тұтынуды қажет етеді.

Икемділік және масштабтау:

LoRaWAN желісі оңай масштабталады және құрылғылардың әртүрлі түрлерін қолдайды, бұл оны IoT Қосымшаларының кең ауқымына қолайлы етеді.

Төмен құны:

LoRaWAN лицензияланбаған жиілік диапазонында жұмыс істейтіндіктен, оны пайдалану салыстырмалы түрде арзан, бұл оны әртүрлі сценарийлерде орналастыруға тартымды етеді.

LoRaWAN Қолдану:

Қоршаған ортаны бақылау: температура, ылғалдылық, CO<sub>2</sub> деңгейі және шу сияқты қоршаған орта параметрлерін бақылау.

Ресурстарды басқару: суды пайдалануды оңтайландыру, энергияны басқару және жабдықтың күйін бақылау.

Ақылды қалалар мен ауыл шаруашылығы: трафикті басқару, жарықтандыру, қалдықтарды басқару, ауа сапасын бақылау және т. б. жүйелерді енгізу.

Осылайша, LoRaWAN – бұл интернет заттарының әртүрлі мәселелерін шешуге қабілетті қуатты және икемді технология және қазіргі заманғы IoT желілерін құрудың жетекші стандарттарының бірі.

## **1.2 Lora Радио интерфейсі**

Сызықтық жиілік модуляциясы (LCM) бар радио сигнал:

LoRa-ның физикалық радио интерфейсі үлкен в базасы бар кең жолақты радио сигналдарын қолдануға негізделген, көп үлкен бірлік. Радио сигналдардың бұл түрінің екі негізгі ерекшелігі бар:

–  $BW$  радиосигналының спектрінің ені  $R B$  ( $BW \gg Rb$ ) деректер жылдамдығынан едәуір үлкен;

– корреляциялық функция  $B \sim 1$  базасы бар тар жолақты радио сигналының корреляциялық функциясына айтарлықтай тар.

Кең жолақты радиосигналдың жиіліктік артықтығы оның жоғары шуылға төзімділігін, ал тар корреляция функциясы уақыттың жоғары дәлдігін анықтайды.

LoRa кең жолақты радио сигналы – бұл сызықтық жиілік модуляциясы (LCM) немесе CSS (Chirp Spread Spectrum) сигналы. Радиосигналдың CSS жиілігі жоғарылауы (up-chirp) немесе төмендеуі мүмкін (down-chirp). Математикалық тұрғыдан LCHM сигналы өрнек түрінде ұсынылады:

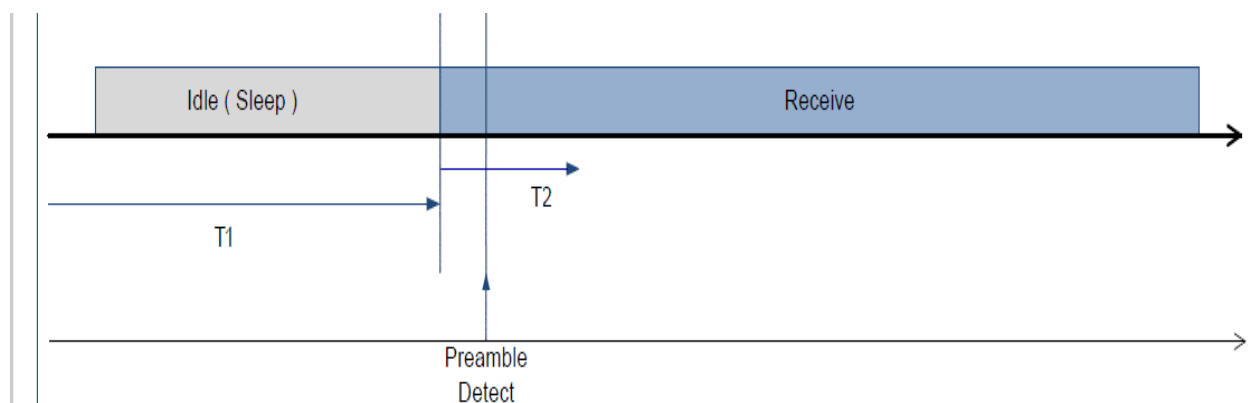
$$x(t) = A_0 \cos(\omega_0 t + \frac{\mu}{2} t^2)$$

Мұнда спектрдің кеңею коэффициенті (SF)  $T_{sum}$  – уақытында радио интерфейсі арқылы берілетін деректер таңбасының (биттермен) биттілігін анықтайды.

Уақыт аймағында LCHM сигналының түрі, ал суретте көрсетілген. 6 және сурет. 7 оның спектрі сәйкесінше  $BW=125$ кГц және 128 (SF=7) және 4096 (SF=12) базасымен көрсетілген.

Қабылдағыш пен таратқышты синхрондау: кез-келген ақпарат алмасу жүйесінің сәтті жұмыс істеуі үшін қабылдағыш пен таратқыштың өзара синхрондалуы қажет, бұл бүкіл деректер блогын (немесе кадрды) және бірлік таңбаларын қабылдау-берудің уақыт шекараларын анықтауға мүмкіндік береді.

LoRa технологиясы қолданады асинхронды қабылдау-тарату (1.1-сурет) режимі онда таратқыш кез келген уақытта радио сигналын шығара бастайды. Бұл жағдайда қабылдағыштың таратқыштан сигнал бойынша синхрондалуын қамтамасыз ететін механизм қажет (RS232 протоколының «старт-бит» аналогы). Мұндай механизм ретінде әр Байланыс сеансының алдындағы кіріспе қолданылады. Кіріспе қабылдағышқа таратқыштың белсенділігін анықтауға, таратқыш қолданатын спектрдің кеңею коэффициентін (SF) анықтауға және символдық синхрондауды орындауға мүмкіндік беретін таңбалар тізбегін қамтиды. Кіріспе ұзақтығы конфигурацияланатын шама болып табылады және  $T1+2 \cdot T2$ -ден кем болмауы керек, мұнда  $T1$  қабылдағыштың «ұйқы» (ұйқы) күйінде болуының максималды уақытын анықтайды,  $T2$ -кіріспе қабылдағыштың іздеу уақытын анықтайды.



1.1-сурет – Жиілікті манипуляциялау

LoRa радио интерфейсінің басты ерекшелігі (жоғарыда айтылғандай) оның жоғары шуға төзімділігі болып табылады. Төмендегі суреттер қосымша АҚ Гаусс Шу жағдайында сипатталған LoRa сигнал детекторының жұмысын көрсетеді (SNR=0dB сигнал/шу қатынасы). Ал 1.1-кестеде 14 әртүрлі сигнал/шу қатынастары мен спектрдің кеңею коэффициенттерінде детектордың жұмысындағы модельдеу нәтижелері келтірілген.

Кесте 1.1 – «Анықтау қатесі»

SNR/SF	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12
0 дБ	0,9%	0,5%	0,2%	0,1%	0,1%	0,0%
-3 дБ	0,9%	0,6%	0,2%	0,1%	0,1%	0,0%
-6 дБ	2,0%	0,6%	0,2%	0,1%	0,0%	0,0%
-9 дБ	6,9%	1,5%	0,2%	0,1%	0,1%	0,0%
-12 дБ	18,0%	5,8%	1,3%	0,1%	0,0%	0,0%
-15 дБ	42,2%	17,6%	5,4%	0,6%	0,1%	0,0%
-18 дБ	68,9%	44,2%	18,0%	5,1%	1,1%	0,1%
-21 дБ	87,5%	73,7%	49,3%	18,9%	5,2%	0,8%



### **1.3 LoRaWAN ауыл шаруашылығында пайдаланудың артықшылықтары мен шектеулері**

LoRaWAN ауыл шаруашылығында пайдаланудың артықшылықтары:

Деректер диапазоны: LoRaWAN ашық жерлерде бірнеше шақырымға дейінгі деректер диапазонын қамтамасыз етеді, бұл әсіресе үлкен аумақтары бар ауылдық жерлерде пайдалы.

Төмен қуат тұтыну: LoRaWAN құрылғыларының қуаты төмен, бұл оларды ауыстырусыз ұзақ уақыт батареяларда жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Құрылғылар мен техникалық қызмет көрсетудің төмен құны: LoRaWAN технологиясы әдетте басқа сымсыз технологиялармен салыстырғанда құрылғылар мен техникалық қызмет көрсетудің төмен құнына ие, бұл оны ауыл шаруашылығына тартымды етеді.

Қолданудың кең ауқымы: LoRaWAN топырақты, климатты, су деңгейін және басқа параметрлерді бақылау сияқты ауыл шаруашылығындағы әртүрлі тапсырмаларға жарамды.

Скалярлық: LoRaWAN желілерін шағын фермалардан үлкен агроөнеркәсіптік кешендерге дейін оңай масштабтауға болады.

LoRaWAN ауыл шаруашылығында пайдалану шектеулері:

Өткізу қабілеті шектеулі: кейбір басқа сымсыз технологиялармен салыстырғанда, LoRaWAN өткізу қабілеті шектеулі, бұл үлкен көлемдегі деректерді беру үшін жеткіліксіз болуы мүмкін.

Қамтуға тәуелділік: LoRaWAN тиімді жұмыс істеуі үшін бүкіл жұмыс аймағында сигналмен жеткілікті қамтуды қамтамасыз ету қажет, бұл қосымша құрылғыларды орнатуды қажет етуі мүмкін.

Деректерді берудегі кідірістер: дизайнына байланысты LoRaWAN-да деректерді беруде кейбір кідірістер болуы мүмкін, бұл жылдам реакцияны қажет ететін кейбір ауылшаруашылық қосымшалары үшін жағымсыз болуы мүмкін.

Стандарттарға шектеулі қолдау: LoRaWAN-да кейбір мүмкіндіктер немесе хаттамалар шектеулі болуы мүмкін, бұл оны кейбір нақты ауылшаруашылық тапсырмаларында қолдануды шектеуі мүмкін.

### **1.4 Ауыл шаруашылығындағы қолданыстағы мониторинг жүйелеріне шолу**

Процестерді бақылау және оңтайландыру үшін ауыл шаруашылығында қолданылатын көптеген бақылау жүйелері бар. Міне, олардың кейбіреулеріне шолу:

Метеостанциялар мен климатты бақылау жүйелері: олар ауа мен топырақ температурасы, ылғалдылық, жауын-шашын, желдің жылдамдығы және күн радиациясы сияқты әртүрлі метеорологиялық параметрлерді өлшейді. Бұл деректер ауыл шаруашылығы өндірушілеріне суару, жылуды басқару және климатқа қатысты басқа аспектілер туралы шешім қабылдауға көмектеседі.

Топырақты бақылау жүйелері: олар топырақтың рН-измер, қоректік заттардың құрамын (мысалы, азот, фосфор, калий), электр өткізгіштігін және тыңайтқыштарды оңтайландыру және топырақты басқару үшін қажет басқа параметрлерді өлшейді.

Өсімдіктерді бақылау: өсімдік денсаулығын бақылау жүйелері, соның ішінде жапырақ ылғалдылығын, жарық деңгейін және температураны анықтауға арналған датчиктер және аурулар мен зиянкестерді анықтау сияқты арнайы технологиялар.

Мал шаруашылығын бақылау жүйелері: олар жануарлардың денсаулығын бақылауды (температура, белсенділік), тамақтану мен суды есепке алуды және жайылымдағы жануарлардың орналасуын бақылауға арналған геолокациялық жүйелерді қамтиды.

Автоматтандыру және басқару жүйелері: автоматтандырылған суару жүйелерін, жылыжайдағы желдетуді басқаруды, тыңайтқыштар мен пестицидтер деңгейін бақылауды және ресурстарды оңтайландыруға және өнімділікті арттыруға мүмкіндік беретін басқа жүйелерді қамтиды.

Тасымалдау және сақтау жүйелері: ауылшаруашылық өнімдерінің қоймаларындағы температураны, ылғалдылықты және басқа параметрлерді бақылау, сондай-ақ ауылшаруашылық өнімдерін тасымалдауды бақылауға арналған GPS жүйелері.

Ауыл шаруашылығын басқару жүйелері: дақылдарды жоспарлауға, жерді пайдалануды оңтайландыруға және өнімділікті болжауға арналған GPS және GIS жүйелерін қамтиды.

Бұл жүйелер көбінесе нақты уақыттағы деректерді жинау, талдау және басқару үшін IoT (IoT) және бұлтты технологияларды қолдана отырып, бір желіге біріктіріледі.

## **1.5 Ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының мониторинг және басқару жүйелеріне қажеттілігі**

Процестерді бақылау және оңтайландыру үшін ауыл шаруашылығында қолданылатын көптеген бақылау жүйелері бар. Міне, олардың кейбіреулеріне шолу:

Метеостанциялар мен климатты бақылау жүйелері: олар ауа мен топырақ температурасы, ылғалдылық, жауын-шашын, желдің жылдамдығы және күн радиациясы сияқты әртүрлі метеорологиялық параметрлерді өлшейді. Бұл деректер ауыл шаруашылығы өндірушілеріне суару, жылуды басқару және климатқа қатысты басқа аспектілер туралы шешім қабылдауға көмектеседі.

Топырақты бақылау жүйелері: олар топырақтың рН-измер, қоректік заттардың құрамын (мысалы, азот, фосфор, калий), электр өткізгіштігін және тыңайтқыштарды оңтайландыру және топырақты басқару үшін қажет басқа параметрлерді өлшейді.

Өсімдіктерді бақылау: өсімдік денсаулығын бақылау жүйелері, соның ішінде жапырақ ылғалдылығын, жарық деңгейін және температураны анықтауға арналған датчиктер және аурулар мен зиянкестерді анықтау сияқты арнайы технологиялар.

Мал шаруашылығын бақылау жүйелері: олар жануарлардың денсаулығын бақылауды (температура, белсенділік), тамақтану мен суды есепке алуды және жайылымдағы жануарлардың орналасуын бақылауға арналған геолокациялық жүйелерді қамтиды.

Автоматтандыру және басқару жүйелері: автоматтандырылған суару жүйелерін, жылыжайдағы желдетуді басқаруды, тыңайтқыштар мен пестицидтер деңгейін бақылауды және ресурстарды оңтайландыруға және өнімділікті арттыруға мүмкіндік беретін басқа жүйелерді қамтиды.

Тасымалдау және сақтау жүйелері: ауылшаруашылық өнімдерінің қоймаларындағы температураны, ылғалдылықты және басқа параметрлерді бақылау, сондай-ақ ауылшаруашылық өнімдерін тасымалдауды бақылауға арналған GPS жүйелері.

Ауыл шаруашылығын басқару жүйелері: дақылдарды жоспарлауға, жерді пайдалануды оңтайландыруға және өнімділікті болжауға арналған GPS және GIS жүйелерін қамтиды.

Бұл жүйелер көбінесе нақты уақыттағы деректерді жинау, талдау және басқару үшін IoT (IoT) және бұлтты технологияларды қолдана отырып, бір желіге біріктіріледі.

Ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының мониторинг және басқару жүйелеріне қажеттілігі

Ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының мониторинг және басқару жүйелеріне деген қажеттілігі соңғы жылдары айтарлықтай өсті. Бұл бірқатар факторларға байланысты:

Ресурстарды оңтайландыру: бақылау жүйелері суды, тыңайтқыштарды, пестицидтерді және энергияны пайдалануды оңтайландыруға көмектеседі. Бұл шығындарды азайтуға және өндіріс тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Өнім сапасын жақсарту: қоршаған орта параметрлерін (климат, топырақ, өсімдіктер мен жануарлардың денсаулығы) бақылау арқылы ауылшаруашылық кәсіпорындары дақылдардың өсуі мен дамуы үшін оңтайлы жағдайларды сақтай алады, бұл сайып келгенде өнім сапасын жақсартады.

Тәуекелдерді азайту: Мониторинг ауа-райы жағдайлары, өсімдіктер немесе жануарлар аурулары сияқты қоршаған ортадағы өзгерістерге жедел жауап беруге мүмкіндік береді, бұл өнімді жоғалту немесе жануарлардың жоғалу қаупін азайтады.

Өнімділіктің артуы: егіншілік пен мал шаруашылығын басқару жүйелері егіс, дақылдар мен жануарларға күтім жасау процестерін оңтайландыруға көмектеседі, нәтижесінде өнімділік пен өнімділіктің артуына ықпал етеді.

Экологиялық тұрақтылық: мониторинг жүйелері ауылшаруашылық кәсіпорындарына ресурстарды тиімдірек пайдалану және шығарындыларды азайту арқылы қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға көмектеседі.

Цифрлық трансформация: көптеген ауылшаруашылық кәсіпорындары процестерді автоматтандыру, деректерді жинау және талдау үшін заманауи технологияларды енгізу арқылы цифрлық трансформацияға ұмтылады, бұл олардың нарықта бәсекеге қабілетті болуына мүмкіндік береді.

Осылайша, мониторинг және басқару жүйелері кәсіпорындарға өз қызметін тиімді басқаруға және жақсы нәтижелерге қол жеткізуге көмектесетін заманауи ауыл шаруашылығының ажырамас бөлігіне айналады.



## **2 Мониторинг жүйесіне қойылатын талаптарды анықтау**

Жүйені жасамас бұрын, осы жүйемен қанағаттандырылатын талаптарды нақты анықтау қажет. Мұндай талаптар мыналарды қамтуы мүмкін:

Мониторингке арналған деректер түрлері (температура, ылғалдылық, қысым, жарық деңгейі және т.б.).

Географиялық ерекшеліктерге байланысты деректерді беру қашықтығы.

Деректерді жаңарту жиілігі.

Бақылау және басқару үшін мобильді құрылғыларды қолдау қажеттілігі.

Берілетін деректердің қауіпсіздігіне және жүйеге қол жеткізуге қойылатын талаптар.

LoRaWAN жабдықтарын таңдау: LoRaWAN көмегімен бақылау жүйесін дамыту үшін дұрыс жабдықты таңдау керек.

LoRa – қоршаған ортаның жай-күйі туралы деректерді жинауға қабілетті түйіндер (сенсорлық құрылғылар).

LoRaWAN – түйіндерден деректерді қабылдауға және оларды серверге жіберуге арналған шлюздер.

Деректерді сақтауға және өңдеуге, сондай-ақ бақылау жүйесін басқаруға арналған LoRaWAN сервері.

Бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу: Жабдықты таңдағаннан кейін бағдарламалық жасақтама жасау керек.

Деректерді жинайтын және оны LoRaWAN шлюздері арқылы тасымалдайтын түйіндік бағдарламалық құрал.

Деректерді өңдейтін, сақтайтын және жүйені бақылау мен басқарудың интерфейсін қамтамасыз ететін LoRaWAN серверінің бағдарламалық жасақтамасы.

Жабдықты орнату және конфигурациялау: Бағдарламалық жасақтама жасалғаннан кейін жабдықты орнату және конфигурациялау қажет.

Бақылау объектілерінде LoRa түйіндерін орнату және конфигурациялау.

Түйіндермен және сервермен байланысу үшін LoRaWAN шлюздерін орнату және конфигурациялау.

Деректерді өңдеу және сақтау үшін LoRaWAN серверін орнату және конфигурациялау.

Тестілеу және оңтайландыру: Жабдықты орнатқаннан және конфигурациялағаннан кейін жүйені тексеру қажет.

LoRaWAN шлюздері арқылы түйіндерден серверге дұрыс деректерді беруді тексеру.

Түйіндер мен серверде бағдарламалық жасақтаманың жұмысын тексеру.

Тұрақты және тиімді жұмысты қамтамасыз ету үшін жүйе параметрлерін оңтайландыру.

Мониторинг жүйесін практикада енгізу: Сәтті тестілеуден кейін жүйені іс жүзінде енгізуге болады.

Мониторинг жүргізу қажет объектілерде мониторинг жүйесін орнату.

Пайдаланушыларды жүйемен жұмыс істеуге үйрету және қолдауды қамтамасыз ету.

Қауіпсіздікті қамтамасыз ету: Берілетін деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге ерекше назар аудару қажет.

Рұқсатсыз кіруден қорғау үшін деректерді шифрлауды пайдалану.

Осалдықтардың алдын алу үшін бағдарламалық жасақтама мен жүйелік параметрлерді үнемі жаңартып отыру.

Қорытындылар:

LoRaWAN көмегімен мониторинг жүйесін әзірлеу және енгізу қоршаған орта параметрлерін қашықтан бақылау мен басқарудың тиімді әдісі болып табылады. Дұрыс жобаланған және конфигурацияланған жүйе ең аз қуат тұтынумен ұзақ қашықтыққа сенімді деректерді беруді қамтамасыз етеді.

Бақылау жүйесі – белгілі бір объектілердің немесе процестердің күйі туралы деректерді жинауға, талдауға және визуализациялауға арналған бағдарламалық және аппараттық құралдардың кешенді жиынтығы. Мұндай жүйенің архитектурасын жобалау бірнеше кезеңнен тұрады:

Талаптарды талдау: бақылау жүйесінің мақсаттарын, жиналатын және талданатын деректер түрлерін, сондай-ақ есеп беру және деректерді визуализациялау қажеттіліктерін анықтаңыз.

Технологияны таңдау: сенсорлар, деректерді жинау, деректерді серверге жіберу, деректерді сақтау және өңдеу үшін қолданылатын технологияларды анықтаңыз. Мысалы, LoRaWAN сымсыз деректерді беру үшін пайдаланылуы мүмкін, ал өңдеу және визуализация үшін арнайы аналитикалық платформалар.

Архитектуралық жобалау:

Деректерді жинау түйіндері( сенсорлар): деректерді жинау үшін қандай сенсорлар мен құрылғылар қолданылатынын шешіңіз (температура, ылғалдылық, қысым және т.б.).

Желілік инфрақұрылым: Сенсорлардан серверге (сымды немесе сымсыз желілер) деректердің қалай тасымалданатынын шешіңіз.

Сервер архитектурасы: деректер базасын, деректерді талдау және визуализациялау бағдарламалық құралын және деректерге қол жеткізу үшін API қоса алғанда, сервер бөлігінің құрылымын анықтаңыз.

Әзірлеу және тестілеу: архитектуралық шешімдерге сүйене отырып, сенсорлық бағдарламалық жасақтаманы, серверді және пайдаланушы интерфейсін қоса, жүйені дамытуды бастаңыз. Осыдан кейін жүйенің сәйкестігі мен жұмыс тиімділігіне тестілеу жүргізіңіз.

Іске асыру және қолдау: мониторинг жүйесін пайдаланылатын объектілерге орналастырыңыз және пайдаланушыларға қолдау көрсетіңіз, қажет болған жағдайда жүйені жаңартыңыз және масштабтаңыз.

Қауіпсіздік: шифрлау және басқа қорғаныс әдістерін қолдана отырып, берілетін деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз етіңіз және жүйені қорғауды үнемі жаңартып отырыңыз.

Осы кезеңдердің әрқайсысы тиімді және сенімді бақылау жүйесін құру үшін мұқият талдау мен жоспарлауды қажет етеді. Егер Сізді қызықтыратын

нақты сұрақтарыңыз немесе аспектілеріңіз болса, мен архитектураның егжей-тегжейлі жоспарын жасауға көмектесуге қуаныштымын.

## **2.1. Жүйеге арналған жабдықтар мен сенсорларды таңдау**

Ауыл шаруашылығы контекстінде LoRaWAN жүйесіне арналған жабдықтар мен сенсорларды таңдау бүкіл бақылау және басқару жүйесінің тиімді және сенімді жұмысын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Ауыл шаруашылығы датчиктер мен жабдықтарға нақты талаптар қояды, өйткені олар қоршаған ортаның әртүрлі жағдайларында жұмыс істей алуы керек, бұл деректерді ең аз қуат тұтынумен және техникалық қызмет көрсетудің төмен құнымен қашықтағы нүктелерге сенімді тасымалдауды қамтамасыз етеді.

LoRaWAN жүйесіне арналған жабдықтар мен сенсорларды таңдағанда бірнеше негізгі факторларды ескеру қажет:

LoRaWAN протоколымен үйлесімділік: жабдықтар мен сенсорлар ұзақ қашықтыққа төмен қуатты сымсыз деректерді беруді қамтамасыз ету үшін LoRaWAN инфрақұрылымымен үйлесімді болуы керек.

Қоршаған орта жағдайларына төзімділік: датчиктер ауыл шаруашылығына тән болуы мүмкін қатты ыстықтан төмен температура мен ылғалдылыққа дейін әртүрлі климаттық жағдайларда жұмыс істей алуы керек.

Өлшеу түрлері: датчиктерді таңдау топырақтың ылғалдылығын, температурасын, ауа ылғалдылығын, жарық деңгейін және т. б. өлшеу сияқты ауылшаруашылық процестерін бақылаудың нақты қажеттіліктеріне сәйкес келуі керек.

Байланыс ауқымы және сигналдың енуі: ауылшаруашылық алқаптарының қашықтығы мен сигналға ықтимал кедергілерді ескере отырып, ұзақ қашықтыққа және кедергілер арқылы сенімді байланыс орнатуға қабілетті жабдықты таңдау маңызды.

Қуат тұтыну және беріктік: ұзақ мерзімді бақылау жүйелері үшін төмен қуатты және батареяның ұзақ қызмет ету мерзімі бар датчиктерді таңдау маңызды.

LoRaWAN арқылы ауыл шаруашылығын бақылау жүйесіне енгізілуі мүмкін сенсор түрлерінің мысалдарына топырақ ылғалдылығы датчиктері, ауа температурасы мен ылғалдылық датчиктері, жарық деңгейінің датчиктері, зиянкестерді бақылауға арналған қозғалыс датчиктері және автоматтандырылған суару жүйелеріне арналған су деңгейінің датчиктері жатады.

Датчиктер мен жабдықтардың нақты модельдерін таңдағанда, функционалдылық пен экономикалық тиімділікті оңтайлы үйлестіретін жүйені құру үшін нарықты мұқият зерттеу, олардың өнімділігін, сенімділігін, үйлесімділігі мен құнын бағалау маңызды.

LoRaWAN арқылы ауыл шаруашылығын бақылау жүйесі үшін сенсорлар таңдалғанда, жүйенің үйлесімділігі мен сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін LoRaWAN халықаралық стандартының (аймақтық Параметрлер) сәйкестігін

ескеру қажет. Сенсорларды таңдауға қолданылатын осы стандарттың бірнеше негізгі талаптары:

Жиілік диапазоны: әлемнің әртүрлі аймақтарында LoRaWAN желілерінде пайдалануға рұқсат етілген нақты жиілік диапазондары бар. Датчиктерді таңдағанда, олардың сіздің аймағыңызда рұқсат етілген жиілік диапазонын қолдайтынына көз жеткізу керек.

Модуляция және таралу факторлары: LoRaWAN стандарты оңтайлы өнімділік пен байланыс ауқымын қамтамасыз ету үшін талаптарға сай болуы керек модуляция параметрлері мен таралу факторларын анықтайды. Датчиктер бұл параметрлерді аймақтық стандарттарға сәйкес ұстауы керек.

Беріліс қуаты және жұмыс ауқымы: Стандарт сонымен қатар аймаққа байланысты беріліс қуаты мен жұмыс ауқымына шектеулер қояды. Датчиктер LoRaWAN желісімен үйлесімділікті қамтамасыз ету үшін осы талаптарға сай болуы керек.

Қосымша аймақтық шектеулер: кейбір аймақтарда LoRaWAN желісінде қосымша шектеулер немесе жұмыс талаптары болуы мүмкін, мысалы, белгілі бір жиілік арналары немесе тарату қуатының шектеулері. Датчиктер аймақтық параметрлерге сәйкес осы талаптарға сай болуы керек.

LoRaWAN арқылы ауыл шаруашылығын бақылау жүйесіне арналған сенсорларды таңдағанда, осы халықаралық стандарт талаптарын ескеру және желіде сенімді жұмыс пен тиімді деректерді беруді қамтамасыз ету үшін аймақтық параметрлермен үйлесімділікті қамтамасыз ету маңызды.

LoRaWAN арқылы ауыл шаруашылығын бақылау жүйесінде сенсорларды таңдау параметрлерін ұсыну тиімді және сенімді инфрақұрылымды құрудың негізгі қадамы болып табылады. LoRaWAN (Regional Parameters) халықаралық стандартының талаптарын және ауылшаруашылық кәсіпорындарының нақты қажеттіліктерін ескере отырып, параметрлерді қамтамасыз ету ауылшаруашылық процесінің әртүрлі аспектілерін бақылау үшін оңтайлы сенсорларды анықтауға көмектеседі.

2015 жылдың қаңтарында loraalliance коммерциялық емес ұйымы құрылды, ол LoRaWAN хаттамасын төмен қуатты жаһандық желілер үшін бірыңғай стандарт ретінде қабылдау және ілгерілету мақсатында құрылды (LPWAN – ағылш. Low Power Wide Area Network). LoRaAlliance құрамына бағдарламалық жасақтама өндірушілері, микроэлектроника, тасымалдаушылар және т.б. кіреді: IBM, Semtech, Cisco, Inmarsat, Swisscom және басқалар.

LoRa модуляция технологиясы (Long Range) - бұл басқа бәсекелес әдістерге қарағанда едәуір үлкен байланыс диапазонын (қамту аймағын) қамтамасыз ететін модуляция әдісі. Әдіс жетілдірілген спектрлі модуляция технологиясына және интеграцияланған қателерді түзету (Forward Error Correction, FEC) бар сызықтық жиілік модуляциясының (Chirp Spread Spectrum, CSS) вариациясына негізделген.

LoRa технологиясы қабылдағыштың сезімталдығын айтарлықтай арттырады және басқа кеңейтілген спектрлі модуляция әдістеріне ұқсас, сигнал беру үшін арнаның өткізу қабілеттілігінің бүкіл Шири пайдаланады, бұл оны



арна шуларына төзімді етеді және арзан кварц резонаторларын пайдалану кезінде жиілікті реттеудегі дәлсіздіктерден туындаған мешысуларға сезімтал емес етеді. LoRa технологиясы Шу деңгейінен 19,5 дБ төмен сигналдарды демодуляциялауға мүмкіндік береді, ал дұрыс демодуляция үшін жиілікті манипуляциялау жүйелерінің көпшілігі (Frequency Shift Keying, FSK) Шу деңгейінен кемінде 8-10 дБ жоғары сигнал қуатын қажет етеді. LoRa модуляциясы әртүрлі протоколдармен және «тор» (Mesh), «жұлдыз» (Star), «нүктеден нүктеге» (point) сияқты желілік архитектураның әртүрлі нұсқаларында қолдануға болатын физикалық деңгей 1 (физикалық қабат, РНУ, кейде «қабат» деп аталады) анықтайды-to-point) және т.б. [1].

Жүйе АҚШ-та 169, 433 және 915 МГц жиіліктер диапазонында, ал Еуропада 868 МГц диапазонында жұмыс істейді. Көбінесе 868 және 915 МГц жұмыс жиіліктері қолданылады. Спецификацияға сәйкес [2], LoRa хабарлама жасау жылдамдығын шектейтін циклдік жалғыз тарату опциясын қолданады. Дегенмен, бірнеше арналарды қолдау арқылы LoRa соңғы түйіндерге әр арнадағы бажсыз цикл лимиті сақталған кезде тасымалдаушы жиілігін өзгерту арқылы деректер алмасу процедураларына қатысуға мүмкіндік береді. Деректер жылдамдығын таңдау – бұл қамту аймағы мен деректер көлемі арасындағы ромаға келу, әр түрлі деректер жылдамдығы бар хабарламалар бір-біріне кедергі келтірмейді. Соңғы құрылғылардың батареяның қызмет ету мерзімін және желінің жалпы өткізу қабілеттілігін арттыру үшін LoRa желілік инфрақұрылымы адаптивті деректер жылдамдығы арқылы әр құрылғы үшін деректер жылдамдығын жеке басқара алады.

LoRa модуляциясы – бұл физикалық деңгей (OSI media layer 1), ал LoRaWAN (Long Range Wide Area Networks) – бұл Mac арна деңгейінің протоколы (OSI media layer 2) ауқымы үлкен және өзіндік қуаты аз көптеген түйіндері бар желілер үшін.

Желі тораптары төмен қуат тұтынумен сипатталады, яғни.кәдімгі AA батареяларынан 10 жылға дейін жұмыс істеу, төмен деректер алмасу жылдамдығы, ұзақ байланыс диапазоны (ауылдық жерлерде 15 км және тығыз қалалық құрылыста 5 км) және соңғы жабдықтың төмен құны.

LoRa желісінің айрықша ерекшелігі-ол желідегі әртүрлі тапсырмалар мен қосымшаларды шешуге арналған құрылғылардың үш класын ұсынады. Суретте. 1 Құрылғы кластары көрсетілген: А класы, В класы және С класы.

Параметрлерді орнату кезінде ескеру қажет пункттар:

LoRaWAN аймақтық стандарттары: стандартқа сай болу және сіздің аймағыңыздағы LoRaWAN желісімен үйлесімділікті қамтамасыз ету үшін орындалуы керек жиілік диапазондарын, модуляцияларды, таралу факторларын және басқа аймақтық параметрлерді анықтаңыз.

Датчиктер мен өлшеу түрлері: ауылшаруашылық процестерін бақылаудың нақты қажеттіліктеріне байланысты өлшеу диапазондары, дәлдік, Деректерді жаңарту жиілігі және басқа сипаттамалар сияқты датчиктердің әр түріне қажетті параметрлерді көрсетіңіз.

Сенімділік пен беріктікке қойылатын талаптар: ауа-райына, шаңға, ылғалға және т. б. төзімділік сияқты ауыл шаруашылығындағы жұмыс жағдайларын ескере отырып, сенсорлардың сенімділігі мен беріктігіне қойылатын талаптарды анықтаңыз.

Үйлесімділік және интеграция: таңдалған сенсорлардың қолданыстағы LoRaWAN инфрақұрылымымен үйлесімді екеніне және ауыл шаруашылығын бақылау жүйесіне оңай біріктірілгеніне көз жеткізіңіз.

Бюджеттік шектеулер: мониторинг жүйесінің оңтайлы шешімдерін таңдау кезінде бюджеттік шектеулер мен сенсорлардың құнын ескеріңіз.

Кесте 2.1 – Параметрлер тізімі: Басқа параметрлер сипаттамалары [6]

<b>Параметр</b>	<b>Көрсеткіш</b>
Спектрдің ені	100 кГц дейін
Радиобайланыс қашықтығы	15-20 км
Деректерді беру жылдамдығы	610 - 1000 Мбит/с
Деректерді беру қуаты	40-50 мВт

Кесте 2.2 – LoRaWAN аймақтық параметрлері [3]

<b>Елдің атауы</b>	<b>Жолақ / арналар</b>	<b>Арна Жоспары (стандарт)</b>
Қытай	779 - 787 MHz	CN779-787
Қазақстан	433.05 - 434.79 MHz	EU433
Қырғыз Республикасы	----	None
Нидерланды	863 - 870 MHz	EU863-870
АҚШ	902 - 928 MHz	US902-928, AU915-928

Кесте 2.3 – LoRaWAN аймақтық параметрлері [3]

Деректер тарифі	Конфигурация	Индикативті физикалық бит жылдамдығы [бит / с]
1	LoRa: SF12/125 kHz	250
2	LoRa: SF11/125 kHz	440
3	LoRa SF10/125 kHz	980
4	LoRa SF7/125 kHz	5470
5	LoRa SF7/250 kHz	11000
6	FSK (frequency Shift Keying) 50 кбит/с	50000

Кесте 2.4 – Халықаралық LoRaWAN стандарттары [3]

TXPower	Конфигурация (EIRP)
1	Max EIRP – 2dB
2	Max EIRP – 4dB
3	Max EIRP – 6dB
4	Max EIRP – 8dB
5	Max EIRP – 10dB
6	Max EIRP – 12dB

Кесте 2.5 - Халықаралық LoRaWAN стандарттары [3]

Модуляция	Өткізу қабілеті [кГц]	Арна Жиілігі [МГц]	FSK Бит Жылдамдығы немесе LoRa DR / Бит Жылдамдығы
LoRa	125	433.05 - 434.79	DR0-DR5 / 0,3-5 кбит / с

Халықаралық стандартқа жататын датчиктар тізіміне Жануарлардың қозғалыс датчиктері жатады, оларға мыналар:

a) CowManager SensOor: бұл сенсор малдың құлағына бекітіліп, оның қозғалысын бақылайды, бұл жануарлардың белсенділігін, олардың жайылымдық әдеттері мен денсаулығын бақылауға мүмкіндік береді.

b) Moocall HEAT: сиырлардың белсенділігі мен физиологиялық көрсеткіштерін бақылау арқылы ұрықтандырудың оңтайлы күндерін анықтауға көмектесетін сенсор.

Жануарлардың дене температурасының датчиктері:

a) eCow Temperature Bolus: бұл сенсор жануардың дене температурасын өлшейді және аурулар мен инфекцияларды ерте анықтауға көмектеседі.

b) STID TS Sensor: мал денесінің температурасын бақылау үшін пайдалануға болатын температура сенсоры.

Жүрек соғу жиілігі мен белсенділік сенсорлары:

a) SureSense Bolus: аурудың диагностикасына және оңтайлы тамақтану мен белсенділік режимін анықтауға көмектесетін жануардың импульсі мен белсенділігін бақылайтын сенсор.

b) Smartbow Bolus: жануарлардың белсенділігін, импульсін және орналасуын бақылайтын және олардың орналасуына көмектесетін тағы бір болус.

Жануарлардың орналасу датчиктері:

LoRaWAN GPS Collar: ашық жайылымдарда жануарлардың орналасуын бақылауға мүмкіндік беретін GPS жабдықталған мойын сенсоры.

Бұл датчиктер фермерлерге малдарының денсаулығын, мінез-құлқын және орналасуын бақылауға көмектеседі, бұл оларға күтімді жақсарту және өндіріс тиімділігін арттыру үшін уақтылы шаралар қабылдауға мүмкіндік береді.

Топырақтың ылғалдылық датчиктері:

- Decagon EC - 5 Топырақбағдарлама сенсорлары
- Sentek EnviroSCAN Топырақгалдылы Сенсорлар
- Campbell Scientific Cs655 Топырақмүмкіндігі сенсорлар

Ауа температурасы мен ылғалдылық датчиктері:

- DHT22 (AM2302) сандық Температура мен тұрақты сенсорлар
- SHOT 30-dis-B сандық Температура мен Ергалдық сенсорлар
- Bosch Bme280 Экологиялық сенсорлар

Жарық деңгейінің сенсорлары:

- TSL2561 Жарық сенсорлары
- Bn1750 Қоршаған Жарық Сенсорлары
- OPT3001 Сандық сырты Жарық сенсорлары

Қозғалыс және қатысу сенсорлары:

- Hc - SR501 пассивті Инфрақызыл (PIR) Қозғалыс сенсорлары
- AM312 Шаған Пирозэлектрлік PIR Қозғалыс сенсорлары
- Parallax PIR сенсорлары (Rev B)

Су деңгейінің сенсорлары:

- MaxBotix Mb7389 Жоғары Өнімдері Ультрадыбыстық Сенсор
- TE Қосылмы MS5837-02BA01 Қысым сенсорлар



## **2.2 Деректерді жинау және талдау үшін бағдарламалық жасақтама жасау**

Қазіргі заманғы ауыл шаруашылығы процестерді тиімді басқаруға және оңтайландыруға жоғары талаптарға тап болады. Деректерді жинау және талдау бағдарламалық құралын әзірлеу ауылшаруашылық кәсіпорындарына егістіктердің жай-күйі, өнімділігі, ауа райы жағдайлары, топырақ жағдайы және басқа да маңызды параметрлер туралы жедел және нақты ақпаратқа қол жеткізуді қамтамасыз ету арқылы осы мәселелерді шешуде маңызды рөл атқарады.

Бағдарламалық жасақтаманы әзірлеудің бастапқы кезеңі пайдаланушылардың негізгі қажеттіліктері мен ауылшаруашылық процесінің ерекшеліктерін анықтауға мүмкіндік беретін талаптарды мұқият талдауды қамтиды. Жинау және талдау қажет деректердің әртүрлілігін, сондай-ақ сайттардың қашықтығы, байланыс желілеріне шектеулі қол жетімділік және күтпеген ауа-райы жағдайлары сияқты жұмыс жағдайларының ерекшеліктерін ескеру маңызды.

Бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу кезінде деректерді жинау, беру және сақтау үшін қолайлы технологияларды таңдауға ерекше назар аудару қажет. LoRaWAN сияқты сымсыз деректер технологиялары алыс қашықтықты және энергия тиімділігін қамтамасыз ететін ауыл шаруашылығында әсіресе пайдалы болуы мүмкін. Сонымен қатар, бұлтты технологиялар деректерді өңдеу және сақтау кезінде ауқымдылық пен икемділікті қамтамасыз ете алады.

Бағдарламалық жасақтама деректерді жинауды ғана емес, сонымен қатар оларды кейінгі талдау мен түсіндіруді де қамтамасыз етуі керек. Машиналық оқыту және статистикалық Алгоритмдер сияқты деректерді талдау әдістері ауылшаруашылық кәсіпорындарына деректерге негізделген шешімдер қабылдауға мүмкіндік беретін заңдылықтар мен трендтерді анықтауға көмектеседі.

Деректер қауіпсіздігі бағдарламалық жасақтаманы әзірлеудің маңызды аспектісі болып табылады, әсіресе өндіріс процестері мен бизнес туралы құпия ақпаратқа қатысты. Деректерді өңдеудің барлық деңгейлерінде, соның ішінде рұқсатсыз кіруден және ақпараттың ағып кетуінен қорғауды қамтамасыз ету қажет.

Қорытындылай келе, ауыл шаруашылығында деректерді жинау және талдау бағдарламалық жасақтамасын әзірлеу өндірістің тиімділігі мен тұрақтылығын арттыруда шешуші рөл атқарады. Мұндай бағдарламалық жасақтамасыз ету ауылшаруашылық кәсіпорындарына негізделген шешімдер қабылдау, процестерді оңтайландыру және өнімділікті арттыру үшін деректерді пайдалануға мүмкіндік береді, бұл сайып келгенде ауыл шаруашылығын дамытуға және азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуге ықпал етеді.

Деректерді жинау технологияларын таңдау:

Өрістегі қашықтағы сенсорлармен және құрылғылармен байланысты қамтамасыз ету үшін LoRaWAN, Zigbee немесе NB-IoT сияқты сымсыз деректер протоколдарын пайдалану. [4]

Топырақ параметрлерін (ылғалдылық, рН, қоректік заттар), ауа-райын (температура, ылғалдылық, желдің жылдамдығы), өсімдіктердің күйін (фотосинтез, жемістердің жетілуі) және жануарларды (дене температурасы, белсенділік) өлшейтін сенсорлар мен құрылғылардың интеграциясы.

Аналогтық және цифрлық енгізу мүмкіндігі бар деректерді жинау модульдерін, сондай-ақ ақпаратты беру мен сақтауды оңтайландыру үшін деректерді қысу алгоритмдерін әзірлеу.

Бағдарламалық жасақтама архитектурасы:

Жүйенің икемділігі мен масштабталуын қамтамасыз ету үшін микросервистерді қолдана отырып, таратылған архитектураны құру.

Деректерді өңдеу және сақтау үшін серверлік компоненттерді, сондай-ақ ақпаратты визуализациялау және талдау үшін клиенттік қосымшаларды әзірлеу.

Ақпаратты жинау мен өңдеудің үздіксіздігін қамтамасыз ету үшін асинхронды деректерді беру әдістерін енгізу.

Деректерді талдау әдістері:

Өнімділікті болжау, суару мен ұрықтандырудың оңтайлы уақытын анықтау және өндіріс процестеріндегі ауытқуларды анықтау үшін машиналық оқыту алгоритмдерін қолдану.

Әр түрлі параметрлер арасындағы корреляцияны анықтау және оңтайлы ауылшаруашылық стратегияларын анықтау үшін статистикалық әдістерді қолдану.

Деректер қауіпсіздігі:

Берілетін және сақталатын ақпаратты қорғау үшін шифрлау тетіктерін енгізу.

Пайдаланушылардың әртүрлі деректер түрлеріне қол жеткізу құқықтарын теңшеу мүмкіндігі бар қол жеткізуді басқару жүйесін әзірлеу.

Деректер қауіпсіздігінің ықтимал қатерлерін анықтау және оларға ден қою үшін аудит және мониторинг тетіктерін іске асыру.

Қолданыстағы жүйелермен Интеграция:

Кәсіпорынның қолданыстағы ақпараттық жүйелерімен үйлесімділік пен интеграцияны қамтамасыз ету (мысалы, ферманы басқару жүйелері немесе ERP жүйелері).

Метеорологиялық қызметтер немесе деректер агрегаторлары сияқты басқа қосымшалармен және қызметтермен өзара әрекеттесу үшін API әзірлеу.

Бұл техникалық аспектілер ауыл шаруашылығындағы деректерді жинау және талдау бағдарламалық құралын әзірлеуде шешуші рөл атқарады, бұл әртүрлі ауыл шаруашылығы жағдайында жүйенің тиімді және сенімді жұмысын қамтамасыз етеді.

## 2.3 Ауыл шаруашылығында бағдарламалық жасақтаманы әзірлеуге арналған техникалық стек пен бөлшектердің мысалы

### 1. Техникалық стек таңдау:

#### Бағдарламалау тілі (Python):

Python деректерді талдаудағы кең мүмкіндіктері, синтаксистің қарапайымдылығы және кітапханалардың көптігі арқасында негізгі бағдарламалау тілі ретінде таңдалады. Python Машиналық оқыту алгоритмдерін жылдам прототиптеуге және енгізуге мүмкіндік береді, сонымен қатар веб-қосымшаларды әзірлеуге арналған бай экосистемеге ие.

#### Интеграцияланған даму ортасы (PyCharm):

PyCharm – бұл Python үшін қуатты интеграцияланған даму ортасы (IDE), ол кодты жазу, күйін келтіру, автоматты түрде аяқтау және Жобаны басқару үшін ыңғайлы ортаны қамтамасыз етеді. Оның функционалдығы виртуалды ортамен, нұсқаны басқару жүйелерімен жұмыс істеуге және сыртқы кодты талдау құралдарымен біріктіруге арналған құралдарды қамтиды.

#### Деректер базасы (PostgreSQL):

PostgreSQL жиналған деректерді сақтау және басқару үшін реляциялық мәліметтер базасы ретінде таңдалады. PostgreSQL деректермен жұмыс істеудің қуатты құралдарын ұсынады, күрделі сұрауларды, транзакцияларды қолдайды және ақпараттың сенімді сақталуын қамтамасыз етеді.

#### Веб-әзірлеу шеңбері (Django):

Django-бұл Python-да веб-қосымшаларды жасауға арналған жоғары деңгейлі құрылым. Ол қауіпсіз және масштабталатын қосымшаларды жылдам әзірлеуге арналған құралдар мен шаблондар жиынтығын ұсынады. Django дерекқорлармен жұмыс істеудің ыңғайлылығын, пайдаланушылардың авторизациясын, сондай-ақ клиенттік қосымшалармен өзара әрекеттесу үшін RESTful API құру мүмкіндігін ұсынады.

#### Деректерді талдауға арналған кітапханалар:

Pandas: Pandas ақпаратты өңдеуді және біріктіруді жеңілдететін dataframe сияқты жоғары деңгейлі деректер құрылымдары мен деректерді талдау құралдарын ұсынады.

NumPy: NumPy көп өлшемді сандық деректермен жұмыс істеу үшін массивтер мен функцияларды ұсынады, бұл математикалық операцияларды орындау және талдау кезінде пайдалы.

Scikit-learn: Scikit-learn машиналық оқытудың көптеген алгоритмдерін және оларды оқытуға, тестілеуге және өнімділікті бағалауға арналған құралдарды ұсынады.

### 2. Жобаның негізгі мәліметтері:

#### Деректерді жинау:

Деректерді жинау үшін әртүрлі датчиктер мен құрылғылар қолданылады, мысалы, температура, топырақтың ылғалдылығы мен ылғалдылығы, күн белсенділігі және басқалары.

Деректер Arduino немесе Raspberry Pi сияқты микроконтроллерлер арқылы жиналады, олар ақпаратты оқуға және жіберуге арналған арнайы бағдарламаларды іске қосады.

Деректерді сақтау:

Жиналған деректер PostgreSQL реляциялық дерекқорында сақталады, онда ақпаратты тиімді сақтау және алу үшін оңтайландырылған кесте құрылымы жасалады.

Деректерді талдау:

Pandas, NumPy және scikit-learn кітапханаларын пайдалану арқылы деректер трендтерді, корреляцияларды анықтау және нәтижелерді болжау үшін талданады және өңделеді.

Деректерді визуализациялау:

Деректерді талдау нәтижелері нәтижелерді көрнекі түрде көрсету үшін Графиктер мен диаграммалардың әртүрлі түрлерін құруға мүмкіндік беретін Matplotlib кітапханасы арқылы көрсетіледі.

Деректер қауіпсіздігі:

Беру және сақтау процесінде деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін шифрлау және аутентификация тетіктері, сондай-ақ Ақпаратқа қол жеткізуді бақылау тетіктері пайдаланылады.

## **2.4 Мониторинг жүйесін ауыл шаруашылығындағы қолданыстағы технологиялық процестермен интеграциялау**

Мониторинг жүйесін ауыл шаруашылығындағы қолданыстағы технологиялық процестермен біріктіру өндірістік процестерді оңтайландыру үшін деректерді тиімді пайдалануды қамтамасыз ететін негізгі аспект болып табылады. Бұл интеграцияны қалай жүзеге асыруға болады:

Ағымдағы технологиялық процестерді талдау:

Топырақты өңдеу әдістерін, суару стратегияларын, өнімділікті бақылауды және басқа процестерді қоса алғанда, ауыл шаруашылығындағы ағымдағы технологиялық процестерге егжей-тегжейлі талдау жасайық. Бұл бақылау мен оңтайландыруды қажет ететін аспектілерді анықтайды.

Мониторингтің негізгі параметрлерін анықтау:

Талдау негізінде біз технологиялық процестерді оңтайландыру үшін бақылау қажет топырақтың ылғалдылығы, ауа температурасы, өсімдіктердің күйі және басқалары сияқты негізгі параметрлерді анықтаймыз.

Сенсорлар мен жабдықтарды таңдау:

Біз белгілі бір параметрлерге сәйкес келетін сенсорлар мен жабдықты таңдаймыз. Бұл ылғалдылық, температура датчиктері, сондай-ақ өсімдіктердің күйін бақылауға арналған камералар болуы мүмкін. Ұзақ мерзімді пайдалану және деректерді дәл алу мүмкіндігі бар сенімді жабдықты таңдау маңызды.

Мониторинг жүйесін әзірлеу:

Таңдалған сенсорлар мен жабдықтардан деректерді жинайтын бақылау жүйесін құрайық. Бұл деректерді сақтауға арналған серверлік бағдарламалық жасақтаманы және талдауға арналған веб-интерфейсті қамтитын орталықтандырылған жүйе болуы мүмкін. [5]

Қолданыстағы жүйелермен Интеграция:

Мониторинг жүйесі қолданыстағы технологиялық процестермен интеграциялануы тиіс. Мысалы, топырақтың ылғалдылығы туралы деректерді суару жүйелерін автоматты түрде басқару немесе ұрықтандырудың оңтайлы уақытын анықтау үшін пайдалануға болады.

Процестерді автоматтандыру және шешім қабылдау:

Мониторинг жүйесі интеграцияланғаннан кейін ауыл шаруашылығындағы басқару процестері автоматтандырылуы мүмкін. Топырақ пен өсімдіктердің жай-күйі туралы деректерге сүйене отырып, суару, тыңайтқыш және басқа аспектілер туралы Автоматты шешім қабылдау алгоритмдерін жасауға болады.

Қызметкерлерді оқыту:

Соңында, жаңа мониторинг жүйесін пайдалану бойынша қызметкерлерді оқытуды қамтамасыз етеміз. Бұған деректерді жинау, нәтижелерді талдау және алынған ақпарат негізінде шешім қабылдау бойынша оқыту кіреді.

Бұл егжей-тегжейлі іс-қимыл жоспары мониторинг жүйесін ауыл шаруашылығындағы қолданыстағы технологиялық процестермен сәтті біріктіруге және өндірістік процестердің тиімділігін арттыруды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Қазіргі әлемде цифрландыру мен автоматтандыру әртүрлі салаларда, соның ішінде ауыл шаруашылығы мен мал шаруашылығында шешуші рөл атқарады. Бұл салалар ресурстарды тиімді басқару, өндірістік процестерді оңтайландыру және өнім сапасын жақсарту қажеттілігіне тап болады. Осы тұрғыда заманауи технологияларға негізделген мониторинг және басқару жүйелерін енгізу ауыл шаруашылығы секторының табысты дамуының маңызды факторына айналуға.

Нақты компаниялардың мысалында деректерді бақылау мен талдаудағы инновациялық тәсілдер өндіріс процестерінде айтарлықтай жақсартуларға қалай әкелетінін көруге болады. Бұл компаниялар фермалардағы жұмысты оңтайландыру, өнімділікті арттыру және өнім сапасын жақсарту үшін заманауи сенсорларды, деректерді жинау және талдау жүйелерін белсенді пайдаланады. Мұндай жүйелерді сәтті қолдану мысалдары олардың ауыл шаруашылығындағы тиімділік пен бәсекеге қабілеттілікті арттыру әлеуетін растайды. [6]

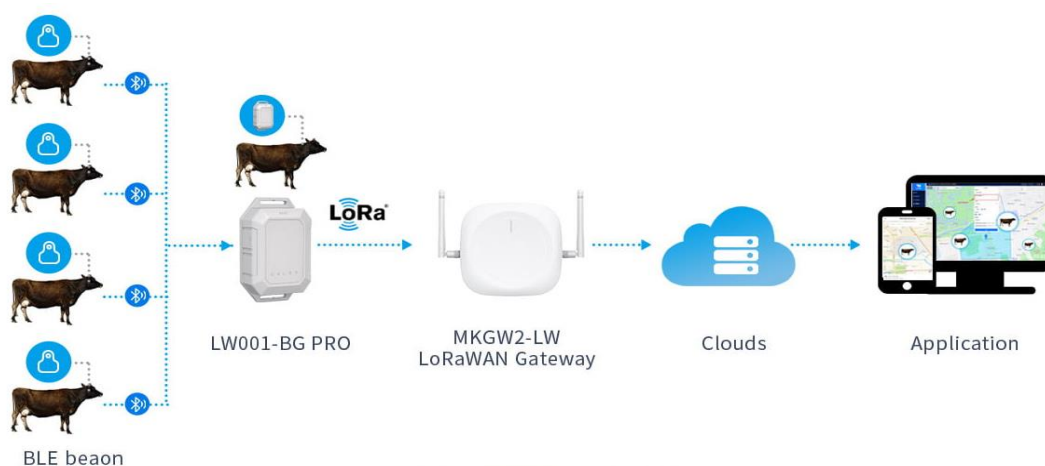
Осы зерттеу аясында біз өз қызметінде мониторинг және басқару жүйелерін сәтті енгізген компаниялардың нақты жағдайларын қарастырамыз. Біз осындай жобалардың сәттілігіне әсер ететін негізгі аспектілерді анықтау мақсатында қолданылатын технологияларды, интеграция әдістерін және алынған нәтижелерді талдаймыз. Бұл бізге ауыл шаруашылығы мен мал шаруашылығындағы өндірістік процестерді жақсарту үшін осындай жүйелердің әлеуетін бағалауға мүмкіндік береді. Мысал ретінде, MOKOLoRa компаниясының шешімі алынды.

Тұтастай алғанда, интеллектуалды мал бақылау жүйесі әрбір ірі қара немесе қой Lw001-BG Pro LoRaWAN трекері - жабдықталуын талап етеді, бұл қымбат және бүкіл жоба қымбат болуы мүмкін. Негізінде Bluetooth + GPS + WiFi мультипозициялау технологиясы LW001-BG PRO, біз LoRaWAN компаниясының ірі қара малды бақылауға арналған жаңа үнемді шешімін іске қостық: Лаура GPS трекері + BLE құлақ белгісі-маяк.

1. Lw001-BG PRO-ны табындағы сиырға орнатыңыз және ол сиырдың басының ендігі мен бойлығын мезгіл-мезгіл жаңартып отырады.

2. Табындағы басқа сиырлардың құлағына малды бақылау үшін маяк орнатыңыз., ал LW001-BG PRO айналадағы Маяк деректерін үнемі сканерлеп, оларды орналасу деректері ретінде хабарлай алады.

3. Бас сиырдың GPS жағдайына және көмекші сиырдың Маяк ақпаратына сәйкес басқа сиырлардың болжамды жағдайын арзан схема бойынша бүкіл табынды бақылауды жүзеге асыру үшін бағалауға болады[7]



2.1-сурет – MOKOLORa архитектурасы[7]

LW001-BG PRO – сымсыз ақылды, ультра төмен қуат тұтыну, жабық&ашық LoRaWAN Tracker. Екі нұсқада қол жетімді: LW001-BG Pro-A, LW001-BG PRO-AC (Қайта зарядталатын). Ол біріктіреді GPS позициялау, Bluetooth позициялау, және Wi-Fi позициялау, және көптеген бақылау қосымшаларына сәйкес келетін әртүрлі жұмыс режимдерін қолдайды.

Логистикалық процестерді оңтайландыру үшін өте қолайлы., активтерді басқару, қойма және түгендеу сценарийлері, сыртқы бақылау, ұрлықтан қорғау, малды қадағалау, және тағы басқалар.

MKGW2-LW болып табылады 8 Шлюз үй ішінде пайдалануға арналған LoRaWAN арна стандартына негізделген. Шлюз компам көрініске ие және шатырға, қабырғаға және ішкі ортаға оңай орнатылады. Ақылды зауыт үшін кеңінен қолдануға болады, ақылды ғимарат, ақылды кеңсе және басқа IoT жүйесі.

### **3 LoRaWAN ауыл шаруашылығындағы тиімділігі мен пайдалану перспективасын бағалау**

Әлемдік экономикада маңызды рөл атқаратын Ауыл шаруашылығы процестерді оңтайландыру және тиімділікті арттыру үшін үнемі қиындықтарға тап болады. Бұл тұрғыда LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) сияқты озық технологиялар ауылшаруашылық кәсіпорындарына перспективалы мүмкіндіктер ұсынады. LoRaWAN-бұл ұзақ қашықтыққа төмен қуатты сымсыз деректер желісі, бұл оны ауылшаруашылық жағдайында бақылау мен басқарудың тамаша құралы етеді.

Тиімділікті бағалау әдістемесі

Малды бақылау: ауыл шаруашылығының маңызды аспектісі-малдың денсаулығы мен әл-ауқаты. LoRaWAN негізіндегі бақылау жүйелері температура, импульс, белсенділік және жайылымдағы жануарлардың жағдайы сияқты параметрлерді нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік береді. Бұл жануарлардың денсаулығының ықтимал проблемаларына жедел жауап беруге және шығындардың алдын алуға мүмкіндік береді.

LoRaWAN малды бақылауға арналған техникалық сипаттамалары:

Деректер диапазоны: LoRaWAN технологиясы базалық станциядан алыс қашықтықта да малды бақылауға мүмкіндік беретін жоғары деректер диапазонына ие. Бұл әсіресе жайылымдары үлкен аумақтарда орналасқан малшылар үшін пайдалы.

Төмен қуат тұтыну: LoRaWAN пайдаланатын сенсорлар технологияның төмен қуат тұтынуының арқасында батареяларда немесе басқа қуат көздерінде ұзақ уақыт жұмыс істей алады. Бұл жиі ауыстыруды немесе батареяларды қайта зарядтауды қажет етпестен малды үздіксіз бақылауды қамтамасыз етеді.

Көптеген құрылғыларды қосу мүмкіндігі: LoRaWAN желісі көптеген сенсорлар мен құрылғыларды бір уақытта қосуды қолдайды, бұл фермердің табын мөлшері мен қажеттіліктеріне байланысты бақылау жүйесін масштабтауға мүмкіндік береді.

Сенімді деректерді беру: LoRaWAN технологиясы тіпті қатты кедергілер мен қолайсыз ауа-райы жағдайында да сенімді деректерді беруді қамтамасыз етеді. Бұл фермерлердің тәуліктің кез келген уақытында малдарының жағдайы туралы өзекті ақпаратты алуын қамтамасыз етеді.

Жабдықтар мен техникалық қызмет көрсетудің төмен құны: LoRaWAN негізіндегі мониторинг жүйесін енгізу жабдықтың құны бойынша да, техникалық қызмет көрсету шығындары бойынша да салыстырмалы түрде арзан. Бұл технологияны ауылшаруашылық кәсіпорындарының кең ауқымына, соның ішінде шағын фермаларға қол жетімді етеді.

Осы LoRaWAN техникалық сипаттамаларын малды бақылау жүйесімен біріктіру фермерлерге малдарын тиімді басқаруға, табынның өнімділігі мен әл-ауқатын арттыруға мүмкіндік береді.

Желіні қамтуды кеңейту: LoRaWAN инфрақұрылымын дамыту дәстүрлі байланыс әдістері тиімсіз немесе қол жетімсіз болуы мүмкін шалғай



ауылшаруашылық аймақтарында да озық технологияларға қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Басқа технологиялармен Интеграция: LoRaWAN – жасанды интеллект және деректерді талдау сияқты басқа технологиялармен бөлісу ауыл шаруашылығы процестерін оңтайландыру үшін жаңа көзжиектер ашады. Мысалы, Машиналық оқыту алгоритмдері жиналған деректерді талдай алады және ресурстарды басқарудың оңтайлы стратегияларын ұсына алады.

Жеке шешімдерді дамыту: әрбір ауылшаруашылық кәсіпорнының өзіндік ерекше қажеттіліктері мен ерекшеліктері бар. LoRaWAN технологиясын кәсіпорынның нақты шарттары мен талаптарына бейімдеу осы технологияны пайдалану тиімділігін айтарлықтай арттырып, оны енгізудің пайдасын барынша арттыра алады.

LoRaWAN – бұл саланың өнімділігі мен тұрақтылығын айтарлықтай жақсартуға қабілетті ауыл шаруашылығы процестерін оңтайландырудың қуатты құралы. Дегенмен, бұл технологияның әлеуетін толық ашу үшін қосымша зерттеулер мен әзірлемелер жүргізу және барлық ауқымдағы ауылшаруашылық кәсіпорындарына қолжетімділік пен қолдауды қамтамасыз ету қажет.

### **3.1 LoraWAN технологиясында тиімділікті есептеулер**

Power over Ethernet (PoE) — бұл электр энергиясын деректермен бірге стандартты Ethernet кабельдері арқылы тасымалдауға мүмкіндік беретін технология. Бұл жаңалық IP камералары, Wi-Fi ыстық нүктелері, IP телефондары және басқа желілік құрылғылар сияқты желілік құрылғыларды орнатуды жеңілдетіп, оларға қуат пен деректерді бір кабель арқылы алуға мүмкіндік берді. Энергия мен деректерді беруді біріктіру практикалық және экономикалық артықшылықтарды ұсына отырып, желілік инфрақұрылымды жобалау және орналастыру үшін маңызды.

PoE технологиясы бірнеше IEEE стандарттарымен реттеледі, олардың әрқайсысы әртүрлі қуат беру мүмкіндіктерін анықтайды:

IEEE 802.3 af (PoE): бұл стандарт әрбір қосылған құрылғы үшін 15.4 Вт дейін қуат береді. Ол IP телефондары және қарапайым Wi-Fi ыстық нүктелері сияқты қуаты төмен құрылғыларға жарамды.

IEEE 802.3 at (Poe+): PoE Plus деп те аталады, бұл стандарт 25.5 Втға дейін қуат ұсынады, бұл оны PTZ (панорамалық-көлбеу-масштабтау) камералары және жетілдірілген Wi-Fi кіру нүктелері сияқты энергияны көп қажет ететін құрылғылар үшін өте қолайлы етеді.

IEEE 802.3 bt( Poe++): бұл стандарт екі түрге бөлінеді. 3 тип 60 Вт — қа дейін, ал 4 тип 100 Вт-қа дейін қуат бере алады. Бұл жоғары қуат деңгейлері бейнеконференция жүйелері, өнімділігі жоғары Wi-Fi кіру нүктелері және жарықдиодты жарықтандыру жүйелері сияқты маңызды энергия қажеттіліктері бар құрылғыларды қолдайды.

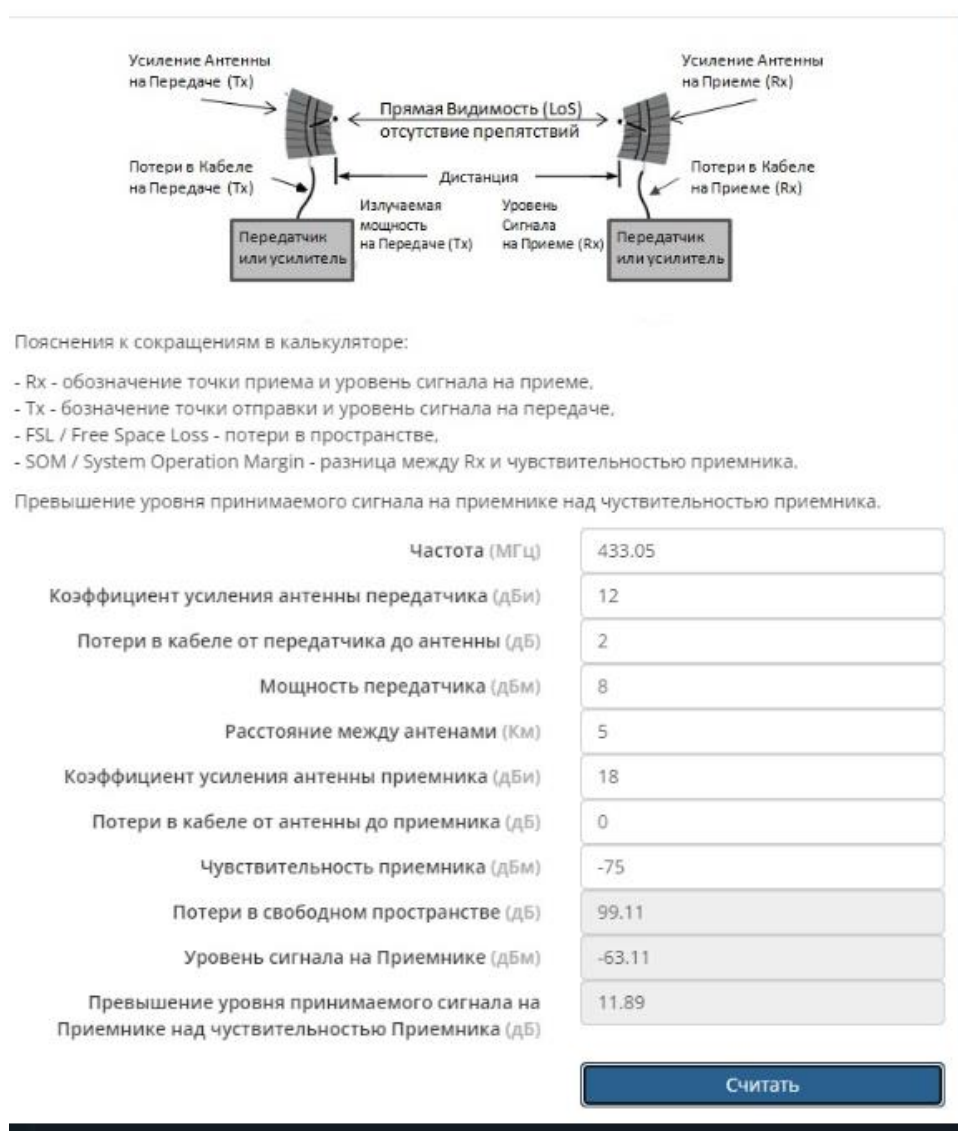


3.1-сурет – LoraWAN PoE есептеуі



3.2-сурет – ZigBEE PoE есептеуі

LinkTest бағдарламасында жүргізілген есептеулерге сүйенсек, LoraWAN технологиясы PoE стандарттында, басқа (ZigBEE) желі стандарттарға қарағанда энергоэффективті екенін байқаймыз.



3.3-сурет – LoRaWAN RX, FSL, SOM есептеуі

LoRaWAN желісін жобалау және есептеу үшін бірнеше негізгі параметрлерді ескеру қажет: RX (қабылдағыш), CL (арна) және SOME (өткізу қабілеттілігі).

Қабылдағыштың сезімталдығы: LoRaWAN қабылдағышының сезімталдығы байланыс ауқымына тікелей әсер етеді. Бұл қабылдағыш сәтті декодтай алатын сигналдың минималды деңгейі.

Сезімталдыққа өткізу қабілеттілігі, деректер жылдамдығы және сигналдың кеңею коэффициенті әсер етеді. Мысалы, өткізу қабілеттілігі 125 кГц және Шу коэффициенті 6 дБ, сезімталдық -137 ДБМ жетуі мүмкін.

Байланыс ауқымы таратқыштың қуатына, қабылдағыштың сезімталдығына және сигналдың таралу жағдайларына байланысты. Бос кеңістікте таратқыштың қуаты 14 дБм және антеннаның күшейту коэффициенті 2 дБи болған кезде байланыс ауқымы бірнеше шақырымға жетуі мүмкін.

Арна сыйымдылығы: LoRaWAN желісіндегі арнаның сыйымдылығы деректерді жіберетін түйіндердің санымен және өткізу қабілеттілігінің енімен

анықталады. Мысалы, жолақтың ені 125 кГц және сигнал күші Шу деңгейінен жоғары болса, арнаның сыйымдылығы бірнеше ондаған құрылғыларды қолдау үшін жеткілікті болуы мүмкін.

Сигналдың кеңею коэффициентін (SF) таңдау: Сигналдың кеңею коэффициенті (SF) байланыс ауқымы мен деректер жылдамдығына әсер етеді. SF неғұрлым жоғары болса, диапазон соғұрлым үлкен болады, бірақ деректер жылдамдығы төмен болады. Мысалы, SF12 максималды диапазонды, бірақ ең аз беру жылдамдығын қамтамасыз етеді.

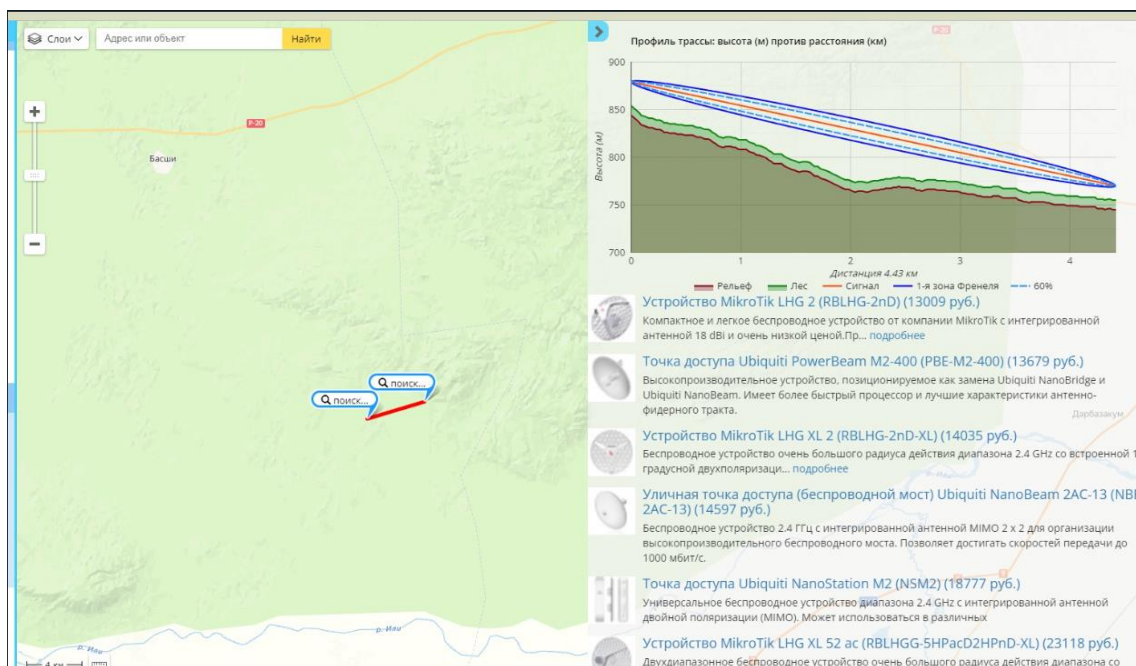
Арналарды біріктіру: LoRaWAN бірнеше құрылғыларға бір уақытта әртүрлі жиіліктерде деректерді жіберуге мүмкіндік беретін жиілікті мультиплекстеу технологиясын қолданады. Бұл желінің жалпы сыйымдылығын арттырады және көптеген құрылғыларды қолдауға мүмкіндік береді.

Өткізу қабілеттілігін есептеу: Желінің өткізу қабілеттілігін бағалау үшін құрылғылардың санын, деректер жиілігін және тасымалдау уақытын ескеру қажет. Мысалы, егер желі сағатына бір рет деректерді жіберетін 1000 құрылғыға қызмет көрсетсе, өткізу қабілеттілігі осы уақыт ішінде барлық жіберілген деректерді есепке алу үшін есептелуі керек.

Өткізу қабілетін оңтайландыру: Тарату жылдамдығы мен таратқыш қуатын динамикалық реттеу үшін адаптивті деректер жылдамдығын (ADR) пайдалану желіні пайдалануды оңтайландыруға көмектеседі.

Соқтығысуды азайту және деректерді беру тиімділігін арттыру үшін құрылғылардың тығыздығы мен жиіліктің таралуын басқару жоғары өткізу қабілеттілігін сақтау үшін де маңызды.

LoRaWAN желісін жобалау және есептеу қабылдағыштың сезімталдығы (RX), арна сыйымдылығы (CL) және өткізу қабілеттілігі (SOME) сияқты көптеген факторларды ескеруді қажет етеді. Бұл параметрлерді дұрыс басқару желінің оңтайлы өнімділігін, максималды байланыс ауқымын және құрылғылардың жоғары энергия тиімділігін қамтамасыз етеді. Бұл есептеулер әртүрлі жұмыс жағдайларында әртүрлі қажеттіліктерді қанағаттандыратын тиімді және сенімді IoT желілерін құруға мүмкіндік береді.



3.4-сурет – LoraWAN Базалық Станцияларының есептеулерде орналасуы



3.5-сурет – LoraWAN Базалық Станцияларының тікелей көруі

LoRaWAN базалық станцияларының орналасуы және олардың арасындағы қашықтықты анықтау желінің сенімді және тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етудің негізгі аспектілері болып табылады. 433 МГц жиіліктегі базалық станциялар арасындағы қашықтықты таңдағанда (немесе егер бұл опция қарастырылса, 443 МГц) бірнеше факторларды ескеру қажет, соның ішінде ауданның географиялық ерекшеліктері, жер бедері (қалалық немесе ауылдық), антенналардың биіктігі және жабдықтың техникалық сипаттамалары.

Базалық станциялардың оңтайлы орналасуы станциялардың ең аз санымен желімен қамтылуы қажет бүкіл аймақты толық қамтуды қамтамасыз етуі тиіс. Бұл тәсіл желіні орналастыру және техникалық қызмет көрсету шығындарын

азайтуға мүмкіндік береді. Базалық станциялар арасындағы қашықтық, әдетте, қоршаған орта жағдайлары мен байланыс сапасына қойылатын талаптарға байланысты бірнеше шақырымнан ондаған шақырымға дейін болады.

LoRaWAN базалық станцияларының орналасуын жоспарлау кезінде аумақтық ерекшеліктерді, кедергілердің болуын және қамту сапасына қойылатын талаптарды ескеру қажет. Станциялардың оңтайлы орналасуын анықтау және бүкіл аймақты сенімді қамтуды қамтамасыз ету үшін жабынды модельдеу қолданылады.

Коммерциялық және техникалық аспектілер базалық станциялар арасындағы қашықтықты анықтауда да маңызды рөл атқарады. Бұған жабдықтың құны, желіні масштабтау мүмкіндіктері және тұтынушыларға қызмет көрсету сапасы кіреді.

Сонымен, LoRaWAN базалық станциялары арасындағы оңтайлы орналасу мен қашықтық байланыс сапасы мен желіні орналастырудың экономикалық тиімділігіне әсер ететін әртүрлі параметрлерді ескере отырып, желінің сенімді және тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етудің негізгі факторлары болып табылады.

### **3.2 Мониторинг жүйесі жұмысының нәтижелерін сынау және талдау жүргізу**

LoRaWAN базасында мал мониторингі жүйесіне сынақтар жүргізу оның нақты ауыл шаруашылығы жағдайында тиімділігі мен сенімділігін бағалаудың маңызды кезеңі болып табылады. Ол үшін сынақ әдістемесін әзірлеу, далалық эксперименттер жүргізу және алынған деректерді талдау қажет.

#### **Сынақ әдістемесі**

Сынақ учаскесін таңдау: сынақ жүргізу үшін белгілі бір мал саны бар типтік ауылшаруашылық кәсіпорнын таңдау керек. Сайт нақты жағдайларда жүйенің жұмысын бағалау үшін өкілді болуы керек.

Датчиктер мен базалық станцияны орнату: олардың денсаулығын, белсенділігін және орналасқан жерін бақылау үшін жануарларға датчиктерді орнату қажет. Сондай-ақ, деректерді жинау және талдау үшін базалық станция орнатылуы керек.

Деректерді жинау және талдау: жабдықты орнатқаннан кейін белгілі бір уақыт аралығында деректерді үздіксіз жинау қажет. Алынған мәліметтер алдын-ала анықталған параметрлер мен тиімділік критерийлерін ескере отырып талдануы керек.

Өнімділік пен сенімділікті бағалау: сынақ барысында алынған деректердің сенімділік дәрежесін, жүйенің жауап беру уақытын және қуат тұтыну деңгейін қоса алғанда, мониторинг жүйесінің өнімділігі мен сенімділігін бағалау қажет.

#### **Мониторинг жүйесінің нәтижелерін талдау**

— Мал денсаулығын бақылаудың тиімділігі: сынақтар аяқталғаннан кейін мониторинг жүйесі арқылы алынған мал денсаулығы туралы деректерді



талдау қажет. Жүйенің Жануарлар денсаулығындағы аурулар мен ауытқуларды қаншалықты сәтті анықтағанын бағалау.

— Орналасу дәлдігі: жүйе жұмысының маңызды аспектісі-малдың орналасу дәлдігі. Алынған мәліметтерге талдау жасаңыз және оларды жануарлардың нақты орналасқан жерімен салыстырыңыз.

Малдың тамақтану және қозғалыс режимін оңтайландыру: малдың мінез-құлқы туралы деректерді талдағаннан кейін оның диетасы мен жайылымдық қозғалыс режимін оңтайландыруға болады. Бұл жануарлардың өнімділігі мен әлауқатын жақсартады. [8]

Жүйенің қуат тұтынуын бағалау: бақылау жүйесінің қуат тұтынуына талдау жасаңыз және оның энергияны қаншалықты тиімді пайдаланатынын бағалаңыз. Энергия шығынын азайту үшін жүйені оңтайландырудың мүмкін жолдарын ұсыныңыз.

LoRaWAN базасындағы мал мониторингі жүйесінің жұмысын сынау және талдау оның тиімділігі мен ауыл шаруашылығында қолдану перспективаларын бағалауға мүмкіндік береді. Нәтижелер жүйені одан әрі жақсартуға және оны ауылшаруашылық кәсіпорындарының нақты қажеттіліктеріне бейімдеуге негіз болады.

### **3.3 LoRaWAN технологиясын ауыл шаруашылығына енгізудің экономикалық пайдасын бағалау**

Қазіргі әлемде ауыл шаруашылығы өндірістік процестерді басқарудың, бақылаудың және оңтайландырудың жетілдірілген әдістерін қажет ететін қиындықтарға тап болды. Бұл тұрғыда LoRaWAN технологиясы ауылшаруашылық кәсіпорындарына айтарлықтай экономикалық пайда әкелетін перспективалы шешім болып табылады. Бұл секция ауыл шаруашылығында LoRaWAN технологиясын енгізудің экономикалық пайдасын бағалаудың негізгі аспектілерін қарастырады:

Шығындарды азайту: LoRaWAN негізіндегі мониторинг және басқару жүйесін енгізу еңбек ресурстарына, энергияны тұтынуға және су мен тыңайтқыш сияқты ресурстарды пайдалануға кететін шығындарды азайтуға мүмкіндік береді. Процестерді автоматтандыру ресурстарды тиімдірек басқаруға және оларды пайдалану шығындарын азайтуға мүмкіндік береді.

Өнімнің өнімділігі мен сапасын арттыру: LoRaWAN желілері арқылы алынған деректерді үздіксіз бақылау және талдау арқылы ауылшаруашылық кәсіпорындары өндіріс процестерін оңтайландыра алады, бұл өнімділіктің артуына және өнім сапасының жақсаруына әкеледі. Бұл өз кезегінде кірістер мен бәсекеге қабілеттіліктің артуына ықпал етеді.

Тәуекелдерді азайту және сенімділікті арттыру: өсіп келе жатқан жағдайларды, топырақ жағдайын, өсімдіктер мен жануарлардың денсаулығын бақылау ауа-райының апаттары, аурулар мен зиянкестер сияқты ықтимал

қауіптерге жедел жауап беруге мүмкіндік береді. Бұл шығындар қауіпін азайтады және ауылшаруашылық өндірісінің сенімділігін арттырады.

Логистиканы оңтайландыру және ресурстарды басқару: LoRaWAN желілерін қойма қорын, топырақ ылғалдылығын және өндіріске қатысты басқа параметрлерді бақылау үшін пайдалану логистикалық процестерді оңтайландыруға және ресурстарды тиімдірек басқаруға мүмкіндік береді. Бұл тауарлы-материалдық құндылықтарды сақтау, тасымалдау және басқару шығындарының төмендеуіне әкеледі.

Инвестициялар мен субсидияларды тарту: LoRaWAN сияқты озық технологияларды енгізу ауыл шаруашылығын инвесторлар мен мемлекеттік қолдау бағдарламалары үшін тартымды ете алады. Бұл инвестицияларды тартуға, субсидиялар мен салық жеңілдіктерін алуға ықпал етуі мүмкін

LoRaWAN технологиясын ауыл шаруашылығына енгізудің экономикалық пайдасын бағалау тікелей қаржылық пайданы ғана емес, сонымен қатар өндірістік процестердің тиімділігін жақсартуды, тәуекелдерді азайтуды және қосымша инвестицияларды тартуды көрсетеді. [10]

### **3.4 Даму перспективаларын сәйкестендіру және мониторинг жүйесін одан әрі жақсарту**

Ауыл шаруашылығындағы сәйкестендіру және бақылау жүйесін одан әрі жақсарту, әсіресе LoRaWAN технологиясын қолдану контекстінде дамудың негізгі перспективасын білдіреді. Міне, қарастыруға болатын бірнеше бағыттар:

Басқа технологиялармен Интеграция: LoRaWAN-дан басқа, IoT (Заттар интернеті) сенсорлары, жасанды интеллект және деректерді талдау сияқты әртүрлі басқа технологияларды одан да тиімді және интеллектуалды бақылау және басқару жүйесін құру үшін біріктіруге болады. [9]

Аналитикалық құралдарды әзірлеу: деректерді талдау алгоритмдерін одан әрі дамыту LoRaWAN сенсорлары мен құрылғыларынан жиналған ақпаратты тереңірек және дәл талдауға мүмкіндік береді. Бұл жасырын заңдылықтарды анықтауға, өндірістік процестерді оңтайландыруға және негізделген шешімдер қабылдауға көмектеседі.

Қолдану аясын кеңейту: топырақ, өсімдіктер мен жануарларды бақылау сияқты бұрыннан бар қолданбалардан басқа, LoRaWAN негізіндегі бақылау жүйелері энергияны басқару, ауа мен судың сапасын бақылау және ауа-райын болжау сияқты жаңа мақсаттарда пайдаланылуы мүмкін.

Құрылғылардың қуат тұтынуы мен беріктігін жақсарту: LoRaWAN-дың тиімдірек және берік құрылғыларын, сондай-ақ олардың қуат тұтынуын оңтайландыру әдістерін әзірлеу батареяларды ауыстыру аралықтарын ұлғайтуға және жалпы пайдалану шығындарын азайтуға мүмкіндік береді.

Стандарттау және қауіпсіздік: LoRaWAN желілері үшін стандарттар мен хаттамаларды дамыту олардың кеңірек қабылдануына және үйлесімділігіне ықпал етеді. Бұл деректерді қорғауды қамтамасыз ету және жүйелерді ықтимал

кибершабуылдардан қорғау үшін киберқауіпсіздік мәселелеріне де назар аударады.

Қызметкерлерді оқыту және оқыту: одан әрі дамудың маңызды аспектісі-ауыл шаруашылығы қызметкерлері мен мамандарды жаңа технологияларды қолдану бойынша оқыту. Бұл мониторинг және сәйкестендіру жүйесінің мүмкіндіктерін барынша пайдалануға мүмкіндік береді.

LoRaWAN технологиясы арқылы ауыл шаруашылығындағы сәйкестендіру және бақылау жүйесін одан әрі жетілдіру ауыл шаруашылығы өндірісінің өнімділігін, тиімділігін және тұрақтылығын арттыруға ықпал ететін дамудың маңызды бағытын білдіреді.

## ҚОРЫТЫНДЫ

«Ауыл шаруашылығын бақылау және басқару үшін LoRaWAN пайдалануды зерттеу» дипломдық жұмысы аграрлық секторда LoRaWAN технологиясын қолдану әлеуетін жан-жақты зерттеу болып табылады. Жұмыста келесі негізгі аспектілер қарастырылды:

LoRaWAN технологиялық шолуы: LoRaWAN технологиясының негізгі принциптері мен мүмкіндіктеріне, соның ішінде жұмыс принципіне, желі архитектурасына, ауқымына және қуат тұтынуына шолу жасалды.

Қолданыстағы шешімдерді талдау: бүкіл әлем бойынша ауыл шаруашылығында LoRaWAN қолданудың бар мысалдарына зерттеу жүргізілді, осы шешімдердің артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды.

Экономикалық тиімділікті бағалау: LoRaWAN технологиясын ауыл шаруашылығына енгізудің экономикалық пайдасына талдау жасалды, оның ішінде шығындарды азайту, өнімділікті арттыру және инвестицияларды тарту.

Даму перспективалары: басқа технологиялармен интеграциялауды, аналитикалық құралдарды әзірлеуді, қолдану аясын кеңейтуді және қызметкерлерді оқытуды қоса алғанда, LoRaWAN көмегімен сәйкестендіру және мониторинг жүйелерін одан әрі жақсарту бағыттары анықталды.

Жұмыс ауылшаруашылық өндірісінің тиімділігі мен тұрақтылығын арттыру үшін LoRaWAN технологиясын қолданудың маңызды әлеуетін анықтады. LoRaWAN көмегімен бақылау және басқару жүйесін одан әрі дамыту және жетілдіру бойынша ұсынылған ұсыныстар осы саладағы жобаларды іс жүзінде іске асыруға негіз бола алады.

## Пайдаланылган әдебиеттер тізімі

- [1] Prasant Kumar Pattnaik, Raghvendra Kumar. Internet of Things and Analytics for Agriculture, Volume 3 2021. - 380 c
- [2] Dionysis D. Bochtis, Maria Lampridi, George P. Petropoulos. Information and Communication Technologies for Agriculture—Theme II 2022. - 288 c
- [3] LoRa Alliance <https://lora-alliance.org/>
- [4] Poonia, Ramesh C., Gao, Xiao-Zhi, Raja, Linesh. Smart Farming: Technologies for Sustainable Agricultural Development 2018. 308 c
- [5] Prasant Kumar Pattnaik, Proshikshya Mukherjee, Surya Narayan Panda. IoT and WSN Applications for Modern Agricultural Advancements 2019. 145 c
- [6] Saravanan Krishnan, J Bruce Ralphin Rose, N R Rajalakshmi. Cloud IoT Systems for Smart Agricultural Engineering 2022. 280 c
- [7] MOKOLoRa <https://www.mokolora.com/ru/>
- [8] The Things Network (TTN) [www.thethingsnetwork.org](http://www.thethingsnetwork.org)
- [9] Agriculture IoT [www.agriculture-iot.com](http://www.agriculture-iot.com)
- [10] IEEE Xplore <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

## ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Оразалы Сақтапберген Нұрқалұлы

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: Ауыл шаруашылығын бақылау және басқару үшін LoRaWAN қолданысын зерттеу

Бұл дипломдық жұмыс мониторинг және басқару мақсатында ауыл шаруашылығы контекстінде LoRaWAN технологиясын зерттеуге және қолдануға арналған. Жұмыс ауылшаруашылық кәсіпорындарының алдында тұрған негізгі мәселелерді және оларды шешу үшін заманауи бақылау жүйелерінің қажеттіліктерін көрсетеді. LoRaWAN технологиясын байланыстың кең ауқымы мен ұзақ мерзімді сенімділігін қамтамасыз ететін қашықтан бақылау жүйелерін құрудың тиімді құралы ретінде қарастырады. Жұмыста қолданыстағы шешімдерге шолу, олардың ауылшаруашылық міндеттеріне қолданылуын талдау, сондай-ақ LoRaWAN технологиясы негізінде өзіндік мониторинг жүйесін әзірлеу ұсынылған. Зерттеу нәтижелері ауылшаруашылық кәсіпорындары үшін өндіріс тиімділігін арттыруға, ресурстарды пайдалануды оңтайландыруға және ауылшаруашылық өнімдерінің сапасын жақсартуға ықпал ететін маңызды практикалық мәнге ие. Бұл ауылшаруашылық кәсіпорындарына көп уақытты қажет ететін процестерге шығындарды азайтуға және өндіріс тиімділігін арттыруға көмектеседі.

Студент Оразалы Сақтапберген дипломдық жұмысты жазу барысында жетекші нұсқаулығымен өз бетінше жұмыс істеу қабілетін көрсетті. Дипломдық жұмыс "85/В/ жақсы" деп бағаланды, ал студент ал Оразалы Сақтапберген 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасының "Ақпараттық және коммуникациялық технологиялар" саласының бакалавры дәрежесіне сай деп санаймын.

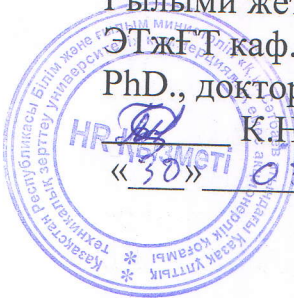
Ғылыми жетекші

ЭТЖТ каф. қауымд. профессоры

PhD., докторы

К.Н.Тайсариева

« 30 » 05 2024 ж.





## СЫН ПІКІР

дипломдық жұмысқа  
Оразалы Сақтапберген Нұрқалұлы

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: Ауыл шаруашылығын бақылау және басқару үшін LoRaWAN  
қолданысын зерттеу

Орындалды:

- |                     |        |
|---------------------|--------|
| а) графикалық бөлім | парақ; |
| б) түсініктеме      | бет.   |

## ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Бұл дипломдық жұмыс мониторинг және басқару мақсатында ауыл шаруашылығы контекстінде LoRaWAN технологиясын зерттеуге және қолдануға арналған. Жұмыс ауылшаруашылық кәсіпорындарының алдында тұрған негізгі мәселелерді және оларды шешу үшін заманауи бақылау жүйелерінің қажеттіліктерін көрсетеді. LoRaWAN технологиясын байланыстың кең ауқымы мен ұзақ мерзімді сенімділігін қамтамасыз ететін қашықтан бақылау жүйелерін құрудың тиімді құралы ретінде қарастырады. Жұмыста қолданыстағы шешімдерге шолу, олардың ауылшаруашылық міндеттеріне қолданылуын талдау, сондай-ақ LoRaWAN технологиясы негізінде өзіндік мониторинг жүйесін әзірлеу ұсынылған. Зерттеу нәтижелері ауылшаруашылық кәсіпорындары үшін өндіріс тиімділігін арттыруға, ресурстарды пайдалануды оңтайландыруға және ауылшаруашылық өнімдерінің сапасын жақсартуға ықпал ететін маңызды практикалық мәнге ие. Бұл ауылшаруашылық кәсіпорындарына көп уақытты қажет ететін процестерге шығындарды азайтуға және өндіріс тиімділігін арттыруға көмектеседі.

Ескерту ретінде біртүрлі датчиктер қарастырылған, әртүрлі датчиктердің параметрлері қарастырылуы керек еді.

Студент Оразалы Сақтапберген дипломдық жұмысты жазу барысында жетекші нұсқаулығымен өз бетінше жұмыс істеу қабілетін көрсетті. Дипломдық жұмыс "85/В/ жақсы" деп бағаланды, ал студент ал Оразалы Сақтапберген 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасының "Ақпараттық және коммуникациялық технологиялар" саласының бакалавры дәрежесіне сай деп санаймын.

Рецензент  
ҚазҰАЗУ, доктор PhD.,  
қауымд.профессоры

Өлібек Н.Б.  
« 17 » 08 2024 ж.  
"ИНЖЕНЕРЛІК-ТЕХНИКАЛЫҚ"  
ФАКУЛЬТЕТИ



## Протокол

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

**Автор:** Оразалы Сақтапбергген Нұрқалұлы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Ауыл шаруашылығын бақылау және басқару үшін LoRaWAN қолданысын зерттеу

**Научный руководитель:** Кырмызы Тайсариева

**Коэффициент Подобия 1:** 4.8

**Коэффициент Подобия 2:** 1.8

**Микропробелы:** 14

**Знаки из здругих алфавитов:** 0

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

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

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата 30.05.2024

  
Марсуча С  
проверяющий эксперт

## Протокол

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

**Автор:** Оразалы Сақтапберген Нұрқалұлы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Ауыл шаруашылығын бақылау және басқару үшін LoRaWAN қолданысын зерттеу

**Научный руководитель:** Кырмызы Тайсариева

**Коэффициент Подобия 1:** 4.8

**Коэффициент Подобия 2:** 1.8

**Микропробелы:** 14

**Знаки из других алфавитов:** 0

**Интервалы:** 0

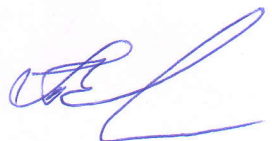
**Белые Знаки:** 0

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

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата 31.05.2024

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 Плагияттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

**Автор: Оразалы Сақтапберген Нұрқалұлы**

**Тақырыбы: Ауыл шаруашылығын бақылау және басқару үшін LoRaWAN қолданысын зерттеу**

**Жетекшісі: Кырмызы Тайсариева**

**1-ұқсастық коэффициенті (30): 4.8**

**2-ұқсастық коэффициенті (5): 1.8**

**Дәйексөз (35): 0.6**

**Әріптерді ауыстыру: 0**

**Аралықтар: 0**

**Шағын кеңістіктер: 14**

**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:**

Күні 31.05.2024

Кафедра меңгерушісі

