

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



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары кафедрасы

Джумабаев Акежан

«Өсімдіктерге күтім жасауға арналған роботты әзірлеу»

**Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА**

6B07111 - Робототехника және мехатроника

Алматы 2025

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



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
РТЖАТК кафедра меңгерушісі
техника ғылымының кандидаты,
профессор **Қ.Ә. Өжікенов**
«10» 06 2025 ж

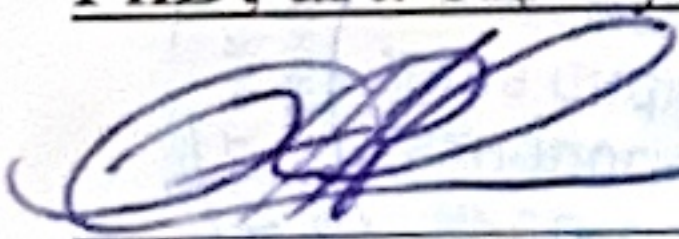
Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы: «Санитарлық өндеуді қамтамасыз ететін смарт роботты әзірлеу»

6B07111 - Робототехника және мехатроника

Орындаған

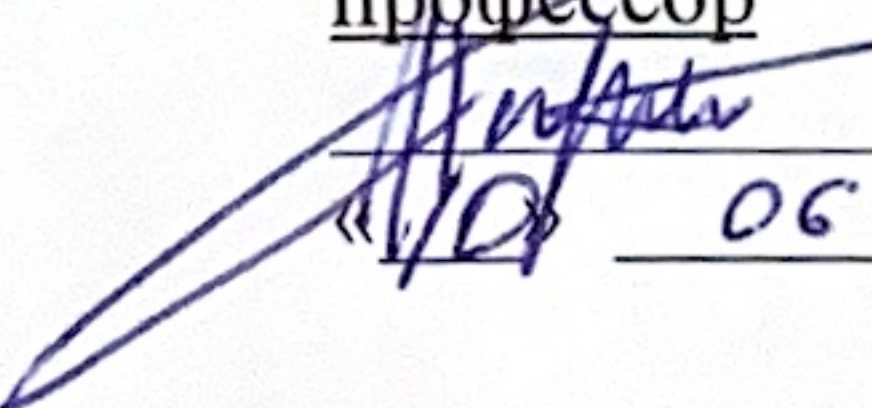
Рецензент
PhD, аға оқытушы


Алимбаева Ж. Н.
«10» 06 2025 ж.

Джумабаев А.

Ғылыми жетекшісі

т.ғ.к., қауымдастырылған
профессор


Тулешов Е.А.,
«10» 06 2025 ж.

Алматы 2025

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



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары кафедрасы

6B07111 - Робототехника және мехатроника



БЕКІТЕМІН

РТЖАТК кафедра меңгерушісі
техника ғылымының кандидаты,

профессор

Қ.Ә. Өжікенов

2025 ж

Дипломдық жобаны орындауға арналған

ТАПСЫРМА

Білім алушы Джумабаев Акежан Арманович

Тақырыбы: Өсімдіктерге күтім жасауға арналған роботты әзірлеу

Университет ректорының 2025 жылғы «_» қараша № _-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «__» мамыр 2025 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: Arduino, SolidWorks.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) роботты қолданудың маңыздылығы мен болашағын түсінуге мүмкіндік беретін жан-жақты және терең зерттеу болып табылады

б) роботтың пайдалану мүмкіндіктері

в) роботтың пайдасын дәлелдеу

Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

жұмыс презентациясы слайтарда 11 көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 20 атаулардан

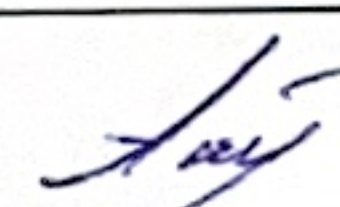
Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

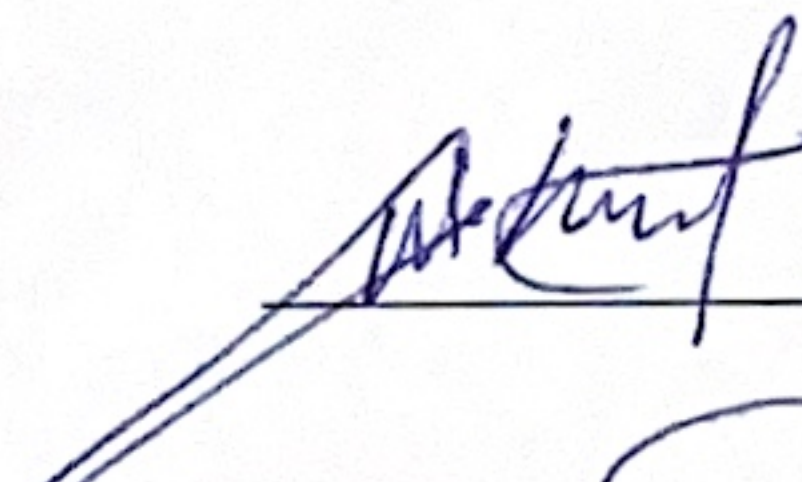
Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпелер
Теориялық бөлім	16.01-12.02.2025 ж	Орындалды
Зерттеу бөлімі	20.03-17.04.2025 ж.	Орындалды
Қорытынды бөлім	17.04-20.05.2025 ж.	Орындалды

Аяқталған дипломдық жұмыс (жоба) үшін, оған қытысты бөлімдердің жұмыстарын (жобасын) көрсетумен, кеңесшілері мен қалып бақылаушының

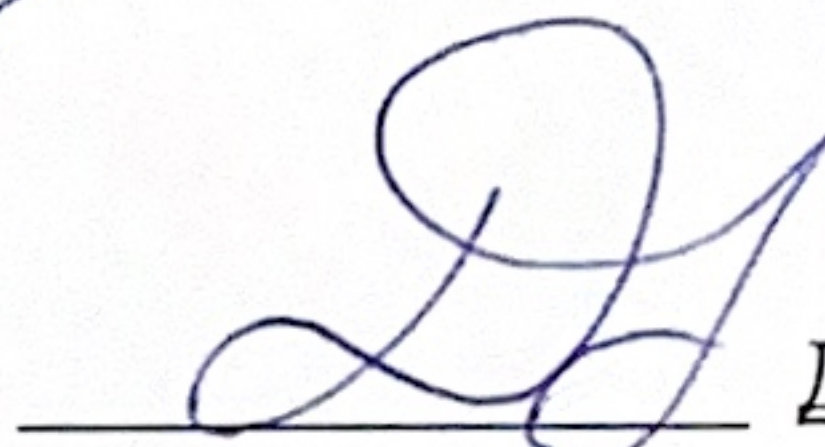
ҚОЛДАРЫ

Бөлімдердің атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қол
Қалып бақылаушы	Игембай Е.А. техника ғылымдарының магистрі, оқытушы	10.06.2025	
Аңгілегіш	Аймухамбетов Е.А. Т.Ф.М, аға оқытушы	10.06.2025	

Ғылыми жетекшісі

 Тулешов Е.А.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды

 Джумабаев А.

Күні

« 09 » 10 2025 ж.

АҢДАТПА

Бұл жұмыста ESP32 микроконтроллері негізінде Telegram-бот арқылы қашықтан басқаруға болатын интеллектуалды өсімдіктерге автоматтандырылған күтім жасау жүйесі жасалды. Жүйе микроклиматтың негізгі параметрлерін (температура, ауаның және топырақтың ылғалдылығы, жарықтандыру деңгейі) бақылап, олардың өзгерістеріне автоматты түрде әрекет етеді. Энергияны үнемдейтін архитектура, пайдаланушы параметрлерін сақтау және функцияларды кеңейту мүмкіндігі іске асырылған. Бұл шешім үй жағдайында, жылыжайларда және білім беру мақсаттарында қолдануға ыңғайлы.

АННОТАЦИЯ

В данной работе разработана интеллектуальная система автоматизированного ухода за растениями на основе микроконтроллера ESP32 с возможностью удалённого управления через Telegram-бот. Система контролирует основные микроклиматические параметры (температуру, влажность воздуха и почвы, освещённость) и автоматически реагирует на их изменения. Реализована энергоэффективная архитектура с возможностью сохранения пользовательских настроек и масштабирования функциональности. Решение подходит для использования в домашних условиях, теплицах и образовательных целях.

ABSTRACT

This thesis presents the development of an intelligent plant care system based on the ESP32 microcontroller with remote control via Telegram bot. The system monitors key microclimate parameters (temperature, air and soil humidity, light intensity) and automatically responds to changes. It features an energy-efficient architecture, supports saving user settings, and allows functional scalability. The solution is suitable for home use, greenhouses, and educational purposes.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	3
1.1 Тақырыптың өзектілігі	3
1.2 Жұмыстың мақсаты мен міндеттері	4
1.3 Зерттеу объектісі мен пәні	4
1.4 Әзірлеу әдістемесі мен құралдары	5
1.5 Жұмыс құрылымы	5
2 Аналитикалық шолу	6
2.1 Агроавтоматтандырудағы заманауи технологиялар	6
2.2 Микроконтроллерлік платформаларды салыстыру	8
2.3 Telegram API мүмкіндіктеріне шолу	9
2.4 Бөлім бойынша қорытындылар	10
3 Міндет қою	11
3.1 Жобаның мақсатын тұжырымдау	11
3.2 Жүйеге қойылатын талаптар мен міндеттер	12
3.3 Жобадан күтілетін нәтижелер	13
4 Жүйені жобалау	14
4.1 Шешімнің архитектурасы	14
4.2 Аппараттық компоненттерді таңдау	15
4.3 Жүйенің жұмыс принципі	16
4.4 Telegram-мен өзара әрекет алгоритмі	17
5 Бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу	18
6 Тестілеу және нәтижелерді талдау	26
Қорытынды	
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	
Қосымшалар	

КІРІСПЕ

Бүгінгі таңда ауыл шаруашылығында автоматтандыру мен цифрландыру үдерістері кеңінен дамып келеді. Әсіресе өсімдіктерге күтім жасау саласында микроклиматты бақылау, автоматты суару, жарықтандыруды басқару сияқты процестерді интеллектуалды жүйелер арқылы жүзеге асыру — еңбек өнімділігін арттыруға, су және энергия ресурстарын үнемдеуге, адам еңбегін азайтуға мүмкіндік береді. Бұл процестерге сұраныстың артуы әлем халқының көбеюі, азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету қажеттілігі және ауыл шаруашылығын тұрақты дамыту талаптарымен тығыз байланысты.

Заттар интернеті (IoT), жасанды интеллект, микроконтроллерлер және мобильдік қосымшалармен біріктірілген шешімдер қазіргі ауыл шаруашылығында "ақылды" жылыжайлар мен бақтарды құруға жағдай жасап отыр. Мұндай жүйелер климаттық параметрлерді автоматты түрде реттеп, қолданушыға қашықтан бақылау мен басқару мүмкіндігін береді.

Аталған тенденцияларды ескере отырып, осы дипломдық жобада ESP32 микроконтроллері және Telegram-бот интерфейсі негізінде интеллектуалды өсімдіктерге күтім жасау жүйесі әзірленеді. ESP32 модулі өзінің төмен энергия тұтынуы, кіріктірілген Wi-Fi/Bluetooth және сенсорлармен кең үйлесімділігімен ерекшеленеді. Telegram арқылы басқару жүйені пайдаланушы үшін қолжетімді және ыңғайлы етеді, себебі арнайы қосымшаны орнатуды талап етпейді.

Осы дипломдық жобаның мақсаты — өсімдіктерге микроклимат параметрлерін бақылау және қашықтан басқару мүмкіндігі бар интеллектуалды роботты әзірлеу. Жүйе нақты уақыт режимінде температураны, ауа мен топырақтың ылғалдылығын, жарық деңгейін өлшеуі, параметрлердің шектерінен ауытқулар кезінде автоматты әрекет етуі және Telegram арқылы хабарламалар жіберуі тиіс.

Жобаның мақсатына жету үшін келесі міндеттерді шешу көзделеді:

1. Мәселенің өзектілігі мен қолдану салаларын талдау — өсімдіктерге күтім жасаудағы негізгі қиындықтарды анықтау.
2. Аппараттық құралдарды таңдау — ESP32 микроконтроллері мен қажетті сенсорларды, атқарушы құрылғыларды іріктеу.
3. Жүйе архитектурасын құру — сенсорлар, басқару модулі, пайдаланушы интерфейсі және байланыс арналары арасындағы өзара әрекетті жобалау.
4. Бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу — Arduino IDE көмегімен сенсор деректерін оқу, шекті мәндермен салыстыру, шешім қабылдау алгоритмдерін енгізу.
5. Telegram-ботпен байланыс орнату — пайдаланушы командаларын қабылдау және жүйенің күйі туралы хабарлама жіберу мүмкіндігін енгізу.
6. Жүйені сынақтан өткізу — нақты жағдайда жүйенің жұмыс істеу сенімділігі мен тиімділігін бағалау.

1 Агроавтоматтандырудағы заманауи технологиялар

Соңғы онжылдықтарда агроөнеркәсіп кешені жаһандық сын-қатерлерге бейімделу қажеттілігіне байланысты технологиялық трансформациядан өтуде. Бұл сын-қатерлерге халық санының өсуі, климаттың өзгеруі, табиғи ресурстардың тапшылығы және білікті жұмыс күшімен қамтамасыз етудің шектеулілігі жатады. Осы жағдайларға жауап ретінде цифрлық және автоматтандырылған технологиялар кеңінен қолданыла бастады, олар дәстүрлі ауыл шаруашылығынан «ақылды» егіншілікке (Smart Farming) көшуге мүмкіндік береді.

Агросекторды цифрландыру дегеніміз – ақпараттық-коммуникациялық технологияларды өндірістік процестерге жүйелі түрде енгізу. Бұл процесте негізгі рөлді келесі бағыттар атқарады: Заттар интернеті (IoT), үлкен деректер (Big Data), бұлтты есептеулер, жасанды интеллект, машиналық оқыту және робототехника. Осы технологиялардың үйлесуі жоғары дәлдікпен және адамның аз қатысуымен аграрлық процестерді бақылауға, болжауға және басқаруға қабілетті интеллектуалды жүйелерді жасауға мүмкіндік береді.

Цифрлық агротехнологиялар практикада әртүрлі формаларда жүзеге асырылады және ауыл шаруашылық процестерін тиімді басқаруға әрі автоматтандыруға бағытталған. Мұндай шешімдердің бірі – сенсорлар мен басқару құрылғылары арқылы нақты уақыт режимінде микроклиматтың негізгі параметрлерін (температура, ауа және топырақ ылғалдылығы, көмірқышқыл газы деңгейі мен жарықтандыру) реттейтін ақылды жылыжайлар.

Сондай-ақ, топырақ ылғалдылығының, температура мен сыртқы ауа райының ағымдағы көрсеткіштеріне байланысты автоматты түрде қосылатын, суды үнемді пайдалануға негізделген тамшылатып және нүктелік суару жүйелері кеңінен қолданылады.

Қазіргі ауыл шаруашылығында дрондар мен ұшқышсыз ұшу аппараттарының (ҰҰА) рөлі де жоғары. Олар аэрофототүсірілімдер жасауға, өсімдіктердің жай-күйін қашықтан бақылауға, тыңайтқыштар мен қорғаныс құралдарын таратуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар біртектес механикалық операцияларды (тұқым себу, арамшөптерді отау, өңдеу және өнім жинау) орындауға арналған роботталған платформалар да жиі қолданылуда.

Бұл технологиялар кешенін жинақталған деректер мен машиналық оқыту алгоритмдеріне негізделген болжамдық аналитика жүйелері толықтырады. Олар өнімділікті болжауға, суару мен агротехникалық іс-шаралардың кестесін оңтайландыруға мүмкіндік береді, осылайша ауыл шаруашылығы өндірісінің жалпы тиімділігі мен тұрақтылығын арттырады.

БҰҰ-ның Азық-түлік және ауыл шаруашылығы ұйымының (FAO, 2022) есебіне сәйкес, ауыл шаруашылығы өндірісіне цифрлық шешімдерді енгізудің келесі артықшылықтары бар:

- Біріншіден, ресурстарды дәлірек және уақтылы бөлудің, шығындарды азайтудың және жағдайлар өзгергенде жедел әрекет етудің арқасында ауыл шаруашылығы өнімділігі 25–30% артады.

- Екіншіден, процестерді автоматтандыру және суды, тыңайтқыштарды және басқа да ресурстарды тиімді пайдалану жалпы операциялық шығындарды 20–25% азайтады және қол еңбегіне тәуелділікті төмендетеді.

- Үшіншіден, агрохимикаттарды дәл әрі мөлшермен қолдану топырақ пен су экожүйесіне түсетін жүктемені азайтып, экологиялық көрсеткіштерді жақсартады.

Цифрландырудың экономикалық және экологиялық артықшылықтарымен қатар, ол қабылданатын шешімдердің сапасын арттыруға, ресурстарды басқарудың ашық жүйесін құруға және қоршаған орта жағдайларының өзгеруіне бейімделе алатын тұрақты азық-түлік жүйелерін дамытуға мүмкіндік береді.

Осылайша, ауыл шаруашылығына заманауи цифрлық технологияларды енгізу – бұл жай ғана технологиялық эволюция емес, бұл азық-түлік қауіпсіздігін арттыруға, экологиялық жүктемені азайтуға және тұрақты, бейімделгіш әрі бәсекеге қабілетті ауыл шаруашылығы моделін құруға бағытталған стратегиялық маңызды қадам.

1.2 Микроконтроллерлік платформаларды салыстыру

Агроавтоматтандыру жобаларында мониторинг және басқару жүйелерін жүзеге асыру үшін микроконтроллерлер мен микропроцессорлық платформалардың кең спектрі қолданылады. Солардың ішіндегі ең танымалдарының сипаттамалары төмендегі кестеде берілген:

Кесте 1.1 – Ең танымалдарының сипаттамалары

Модель	Ерекшеліктері мен сипаттамалары	Артықшылықтары / Кемшіліктері
Arduino Uno	8-биттік AVR, 16 МГц, 14 сандық пин, Wi-Fi/Bluetooth жоқ	Қарапайым, үлкен қауымдастық / Шектеулі мүмкіндіктер
Raspberry Pi	Толыққанды Linux-компьютер, күрделі есептеулер мен бейне өңдеуге қолайлы	Қуатты / Көп энергия тұтынады, қымбат
STM32	32-биттік ARM Cortex-M, жоғары өнімділік, төмен энергия тұтыну	Әмбебап / Игеру қиынырақ
ESP32	32-биттік екі ядролы Xtensa LX6, 240 МГц, Wi-Fi, Bluetooth, GPIO	Wi-Fi/Bluetooth кіріктірілген, арзан әрі қуатты

ESP32 микроконтроллері келесі артықшылықтарымен ерекшеленеді:

- Төмен энергия тұтыну (ұйқы режимі және энергияны үнемдеу);
- Wi-Fi 802.11 және Bluetooth BLE байланысының кіріктірілуі;
- Төмен бағадағы кең функционалды мүмкіндіктер;

- Екі ядролы қуатты процессор және түрлі интерфейстер (SPI, I2C, UART, PWM, ADC және т.б.);
- Arduino IDE және PlatformIO-да кең қолдауға ие белсенді қауымдастық.

Осы қасиеттер ESP32[1]-ні әсіресе бюджеттік шектеулері бар және қашықтан басқару қажеттігі туындайтын ақылды ауыл шаруашылығы жүйелері үшін оңтайлы таңдау етеді.

1.3 Telegram API мүмкіндіктеріне шолу

Telegram – әлемдегі ең танымал мессенджерлердің бірі, ол ашық API және боттарды әзірлеуге арналған ыңғайлы құралдарды ұсынады. Telegram Bot API пайдаланушыдан келіп түскен хабарламаларды өңдеуге, құрылғыдан деректер жіберуге және екі жақты өзара әрекет ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Telegram-боттар арқылы жүзеге асырылатын негізгі мүмкіндіктер:

- Пайдаланушыдан мәтіндік командаларды қабылдау;
- Құрылғыдан алынған деректерді пайдаланушыға жіберу;
- Мәзірлер, батырмалар, хабарламалар және кері байланыс құралдарын ұйымдастыру;
- Веб-сервистермен, деректер базаларымен және микроконтроллерлік жүйелермен интеграциялау.

Telegram-боттарды автоматтандырылған басқару жүйелері үшін қолданудың артықшылықтары:

- Ыңғайлылық – қосымша мобильді қосымшаларды орнатудың қажеті жоқ;
- Кроссплатформалылық – кез келген құрылғыдан (iOS, Android, компьютер) қолжетімді;
- Қауіпсіздік – HTTPS және API-токендер арқылы қорғалған байланыс;
- Жеңіл интеграция – Python (python-telegram-bot), Node.js (node-telegram-bot-api) үшін кітапханалар, сонымен қатар ESP32[1]-ден тікелей HTTP сұраныстары арқылы басқару мүмкіндігі.

Интеллектуалды роботты әзірлеу контекстінде Telegram-бот [3] келесі функцияларды орындай алады:

- Температура, ылғалдылық және жарықтандыру шектерін орнатуға арналған интерфейс;
- Ағымдағы микроклимат [2][5] параметрлерін бақылау интерфейсі;
- Параметрлер рұқсат етілген шектерден шыққан жағдайда ескерту арналары;
- Жүйені қолмен басқару құралы ретінде.

Telegram-бот пен ESP32 микроконтроллерінің интеграциясы пайдаланушыға жүйені нақты уақыт режимінде - локалды түрде де, интернет

арқылы қашықтан да басқаруға мүмкіндік беретін интуитивті әрі ыңғайлы интерфейс ұсынады.

1.4 Бөлім бойынша қорытындылар

Аналитикалық шолу нәтижесінде өсімдіктерге күтім жасауға арналған интеллектуалды жүйелерді құруда заманауи ақпараттық технологиялардың, сенсорлар мен микроконтроллерлердің маңыздылығы расталды.

ESP32 микроконтроллері — жоғары өнімділігі, төмен қуат тұтынуы, кіріктірілген Wi-Fi/Bluetooth модульдері және кең перифериялық мүмкіндіктері арқасында микроклиматты бақылау мен басқаруға арналған ең тиімді шешімдердің бірі болып табылады. Ол функционалдылық, баға және қолдану жеңілдігі арасындағы оңтайлы тепе-теңдікті қамтамасыз етеді.

Telegram API – пайдаланушы интерфейсін жасауға арналған қолжетімді және икемді құрал. Ол қашықтан басқару, хабарламалар мен күйді бақылауды жүзеге асыру үшін тиімді шешім болып табылады және арнайы мобильді қосымша жасауды қажет етпейді.

Осылайша, жоба үшін таңдалған технологиялық база - ESP32[1] микроконтроллері мен Telegram-бот арасындағы интеграция - техникалық жағынан негізделген, сенімді әрі икемді болып табылады. Ол жүйенің одан әрі кеңеюі мен жетілдірілуіне мүмкіндік береді.

2 Жобаның мақсатын тұжырымдау

Жобаның мақсаты - өсімдіктерге күтім жасауға арналған интеллектуалды роботтандырылған жүйені жасау. Бұл жүйе микроклимат параметрлерін автоматты түрде бақылап, Telegram арқылы қашықтан басқаруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жүйе баптауларды өзгертуге, хабарламалар алуға және деректерді талдауға жағдай жасайды.

Жобаның мақсатына жету үшін келесі міндеттерді шешу қажет:

Талаптар мен пайдалану шарттарын талдау: құрылғы қолданылатын ортаны (мысалы, үй жағдайы немесе жылыжай) анықтау және параметрлердің рұқсат етілген шектерін (температура, ылғалдылық, жарықтандыру және т.б.) белгілеу.

Аппараттық платформаны таңдау кезеңінде жүйені құру үшін қажетті электрондық компоненттердің толық құрамын анықтау қажет. Негізгі басқарушы құрылғы ретінде *Wi-Fi* және *Bluetooth* модульдері кіріктірілген, жоғары өнімділікке және перифериялық интерфейстердің кең жиынына ие ESP32 микроконтроллері таңдалды.

Қоршаған ортаның параметрлерін жинау үшін келесі датчиктер қолданылады:

- DHT22 – ауа температурасы мен ылғалдылығын өлшеу үшін;
- Сыйымдылықты топырақ ылғалдылығы сенсоры [2] – топырақтың ылғалдылық дәрежесін анықтау үшін;
- BH1750[5] жарық сенсоры [2] – жарық деңгейін анықтау үшін.

Қоршаған ортаға әсер ету және басқару функцияларын орындау үшін атқарушы құрылғылар (реле, су сорғысы және жарықтандыру элементтері) қолданылады.

Жүйенің барлық компоненттерін тұрақты қуат көзімен қамтамасыз ету кернеу мен токқа қойылатын талаптарға сай келетін қуат көздеріне жүктеледі.

Сонымен қатар, жекелеген модульдердің қосылуын және үйлесімділігін қамтамасыз ету үшін интерфейстік платалар қолданылуы мүмкін. Олар құрылғыны жинауды жеңілдетіп, қосылыстардың сенімділігін арттырады.

Жүйе архитектурасын әзірлеу:

- компоненттер арасындағы өзара әрекеттесу құрылымдық схемасын құру;
- жүйенің жұмыс логикасын анықтау;
- автоматты және жартылай автоматты режимдердегі алгоритмдерді қалыптастыру.

Жұмыс алгоритмін бағдарламалық жүзеге асыру:

- Arduino IDE [1][4] ортасында ESP32[1]-ні бағдарламалау;
- деректерді жинау, сүзгіден өткізу және өңдеу алгоритмдерін жасау;
- шешім қабылдау логикасын қалыптастыру (мысалы, топырақ ылғалдылығы белгіленген шектен төмен түссе – суаруды қосу).

Telegram-ботты әзірлеу:

- келесі командаларды жүзеге асыру: /status, /set_temp 25, /set_soil 40, /help және басқалар;
- токендер арқылы кері байланыс пен қауіпсіздікті қамтамасыз ету;
- параметрлер шегінен ауытқығанда нақты уақыттағы хабарламалар жіберу.

Пайдаланушы баптауларын сақтау жүйесін ұйымдастыру:

- шекті мәндерді жазу үшін ESP32-нің EEPROM немесе SPIFFS жадысын пайдалану;
- құрылғы іске қосылғанда соңғы баптауларды жүктеу.

Прототипті тестілеу және жөндеу:

- құрылғының жұмыс режимдерінің барлығын тексеру мақсатында далалық сынақтар жүргізу;
 - жауап беру логикасы мен хабар алмасу механизмдерін ретке келтіру.
- Қосымша даму мүмкіндіктері:
- жобаны масштабтау: Google Sheets, Blynk, ThingSpeak сияқты бұлтты сервистермен интеграция;
 - мониторинг деректерін график түрінде көрсету мүмкіндігін қосу.

2.1 Жүйеге қойылатын міндеттер мен талаптар

Дамып жатқан интеллектуалды жүйе қойылған техникалық талаптарға сәйкес келетін бірқатар функцияларды орындауды қамтамасыз етуі тиіс.

Ең алдымен, жүйе микроклиматтың негізгі параметрлерін сенсорлық түрде бақылауды жүзеге асыруы керек:

- ауа температурасын 0–ден 50 °C аралығында ± 0.5 °C дәлдікпен өлшеу;
- ауаның салыстырмалы ылғалдылығын 20–90% аралығында $\pm 2\%$ дәлдікпен анықтау;
- топырақтың ылғалдылығын 0–100% шкаласы бойынша аналогтық сенсор арқылы бағалау;
- BH1750[5] цифрлық жарық сенсоры арқылы 0–65 535 люкс аралығындағы жарық деңгейін өлшеу.

Алынған мәліметтер талдаудан өтеді:

- мәндер алдын ала орнатылған шекті деңгейлермен салыстырылады;
- шуылдарды сүзу (мысалы, жылжымалы орташа әдісімен) қолданылады;
- кіріктірілген логика негізінде басқару шешімдері қабылданады, мысалы, топырақ ылғалдылығы 40%-дан төмендесе сорғы автоматты түрде 20 секундқа қосылады.

Пайдаланушы Telegram-бот арқылы жүйемен әрекеттеседі:

- /status командасы арқылы ағымдағы параметрлерді сұратады;
- /set_temp, /set_soil, /set_light командалары арқылы шекті мәндерді өзгертеді;
- параметрлер қалыпты шектен шыққан жағдайда жедел хабарламалар алады.

Қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін пайдаланушы авторизациясы chat_id арқылы жүзеге асырылады, бұл рұқсат етілмеген қол жеткізуді болдырмайды.

Пайдаланушы баптаулары энергияға тәуелді жадыда сақталады және құрылғы келесі рет қосылғанда автоматты түрде қалпына келтіріледі.

Қажет болған жағдайда жергілікті күйді көрсету үшін:

- LED-дисплей (қалауы бойынша);
- кіріктірілген (встроенный) жарықдиодтар (қалыпты режим, дабыл немесе күту режимдері туралы сигнал беру үшін);
- UART немесе USB арқылы компьютерге қосылатын отладкалық интерфейс қолданылуы мүмкін.

2.2 Жобадан күтілетін нәтижелер

Жобаны жүзеге асыру барысында келесі сипаттамаларға ие дайын, тексерілген және қолдануға жарамды интеллектуалды жүйе құру жоспарлануда:

Толықтай автономды жұмыс: құрылғы кіріктірілген (встроенный) шешім қабылдау алгоритмдерін пайдалана отырып, адамның үнемі араласуынсыз өздігінен жұмыс істей алады.

Интерактивті қашықтан басқару: Telegram-бот арқылы басқару және бақылау үшін интуитивті әрі қолжетімді интерфейс ұсынылады. Бұл кез келген интернетке қосылған құрылғыдан жүйені баптауға мүмкіндік береді.

Икемділік және масштабталу мүмкіндігі: жүйеге жаңа сенсорлар, атқарушы механизмдер қосу немесе бұлтты платформалармен және мобильді қосымшалармен интеграциялау арқылы оны кеңейтуге болады.

Сенімділік және энергия үнемділігі: ESP32[1] микроконтроллерін қолдану арқасында жүйе ұйқы режиміне ауыса алады, бұл энергияны үнемдеуге мүмкіндік береді. Бұл әсіресе аккумулятор немесе күн панелі арқылы қуат алатын жүйелер үшін маңызды.

Оқу және практикалық құндылығы: жоба микроконтроллерлер, автоматтандыру, IoT және ауыл шаруашылығы бағыттары бойынша курстарда оқу үлгісі ретінде қолдануға жарамды.

Осылайша, **бұл жоба** өсімдіктерге күтім жасау бойынша нақты практикалық мәселені шешумен қатар, «ақылды ауыл шаруашылығы» саласындағы болашақ зерттеулер мен әзірлемелерге негіз бола алады.

Диаграммада жүйенің жалпы жұмыс принципі көрсетілген:

- Пайдаланушы жүйемен Telegram-бот[3] арқылы әрекеттеседі.
- ESP32[1] сенсорлардан алынған деректерді өңдеп, Telegram-нан келген командаларды қабылдайды және атқарушы құрылғыларды басқарады.
- Сенсорлар температура, ауа ылғалдылығы, топырақ ылғалдылығы және жарық деңгейі туралы ақпарат береді.

- Атқарушы құрылғылар (мысалы, реле арқылы қосылатын сорғы) параметрлерге байланысты автоматты түрде іске қосылады.
- Барлық пайдаланушы баптаулары ішкі жадта (EEPROM) сақталады.

3 Шешімнің архитектурасы

Өсімдіктерге интеллектуалды күтім жасау жүйесінің архитектурасы модульдік принцип бойынша жобаланған. Бұл тәсіл жүйенің икемділігін, кеңейтілу мүмкіндігін және жаңғыртуды жеңілдетеді. Жүйе микроклиматты бақылау мен басқарудың жалпы сұлбасында нақты міндеттерді орындайтын өзара байланысты функционалдық компоненттер жиынтығынан тұрады.

Жүйенің орталық элементі — ESP32 микроконтроллері, ол жоғары өнімділігімен, құрылған Wi-Fi және Bluetooth модульдерімен, сондай-ақ GPIO, I2C, SPI, UART сияқты интерфейстердің кең таңдауымен ерекшеленеді. Ол сенсорлардан ақпарат жинау, деректерді өңдеу, басқару шешімдерін қабылдау және Telegram арқылы пайдаланушымен байланыс функцияларын орындайды.

Қоршаған ортаның параметрлерін анықтау үшін келесі сенсорлар қолданылады:

DHT22 — температура мен ауа ылғалдылығын өлшейтін цифрлық сенсор. Жоғары дәлдігі мен тұрақтылығы арқылы жылыжайда және үй жағдайында қолдануға қолайлы.

Capacitive Soil Moisture Sensor — топырақ ылғалдылығын өлшейтін сыйымдылықты сенсор. Оның басты артықшылығы — суға тікелей жанаспайтындықтан, коррозияға ұшырамайды.

BH1750 немесе фоторезистор — жарық деңгейін өлшейтін сенсор. BH1750 I2C шинасы арқылы қосылып, жоғары сезімталдықтағы цифрлық мәнді береді.

Атқарушы құрылғылар — микроконтроллерден басқару сигналы бойынша физикалық әрекет ететін компоненттер:

5В реле — сыртқы құрылғыларды (мысалы, сорғы) қосу/өшіру үшін қолданылады;

Мини-насос — топырақ ылғалдылығы шекті мәннен төмендеген кезде су жеткізеді;

Жарық элементтері (қосымша) — жарық деңгейі жеткіліксіз болғанда іске қосылады.

Барлық компоненттердің тұрақты жұмысын 5В қуат көзі қамтамасыз етеді. Қажет болған жағдайда жүйені аккумулятордан немесе күн панелінен қоректендіруге болады.

Архитектура мәлімет алмасудың екіжақты құрылымын іске асырады:

- Сенсорлар → ESP32 — кіріс деректер ағыны;
- ESP32[1] → реле, сорғы, Telegram — басқарушы әрекеттер мен хабарламалар.

Осылайша, жүйе нақты уақыт режимінде мәлімет жинайды, талдайды және шешім қабылдайды. Пайдаланушы Telegram арқылы параметрлерді өзгерте алады және жүйе жағдайын бақылап отырады.

3.1 Аппараттық компоненттерді таңдау

Жүйенің тиімділігі мен сенімділігі ең алдымен дұрыс таңдалған аппараттық компоненттерге байланысты. Компоненттер ESP32[1] микроконтроллерімен үйлесімділігі, техникалық сипаттамалары, бағасы мен қолдану ыңғайлылығы тұрғысынан талданып таңдалды. Негізгі мақсат — дәлдік пен функцияларды сақтау арқылы жүйені мүмкіндігінше арзан әрі қарапайым ету.

Компоненттерді таңдау критерийлері:

Arduino IDE және ESP32-пен үйлесімділік – барлық компоненттер үшін кітапханалар мен құжаттамалар болуы қажет;

Сенімділік және кең таралуы – тәжірибеде сыналған, IoT жобаларында жиі қолданылатын модульдерге басымдық берілді;

Қолжетімділік және төмен баға – әсіресе білім беру мақсаттары үшін бұл маңызды;

Қосылу жеңілдігі – I2C, сандық немесе аналогтық пиндермен жұмыс істейтін стандартты интерфейстердің болуы;

Жеткілікті дәлдік және сезімталдық – тұрмыстық және жылыжай жағдайларында сенімді жұмыс істеу үшін.

Таңдалған негізгі компоненттер:

DHT22 – температураны $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ дәлдікпен және ауаның салыстырмалы ылғалдылығын 100%-ға дейін өлшейді. Ыңғайлы және сенімді.

Capacitive Soil Moisture Sensor – судан оқшауланған, тот басуға төзімді, аналогты шығысы бар топырақ ылғалдылығын өлшейтін сенсор.

BH1750[5] – I2C интерфейсімен қосылатын жарық деңгейі сенсоры, 0–65535 люкс диапазонында өлшейді.

Қосымша компоненттер:

5V реле модулі – сорғы сияқты сыртқы құрылғыларды ESP32[1] арқылы басқару;

Миниатюралық насос – ылғалдылық төмендегенде автоматты түрде су жіберуге арналған;

Қуат көздері және макет тақталары – барлық құрылғылардың тұрақты қоректенуін және монтажды қамтамасыз ету үшін.

Бұл компоненттер жинағы сенімді, икемді әрі кеңейтілетін жүйе құруға мүмкіндік береді. Ол жылыжайлар, үй өсімдіктері мен білім беру жобалары сияқты әртүрлі қолдану сценарийлеріне бейімделе алады.



3.1- сурет – Компоненттердің байланысы

Жүйеде қолданылатын негізгі компоненттердің суреттерін ұсынамын:

1. ESP32 DevKit – бағдарламалау және Wi-Fi/Bluetooth арқылы басқару функцияларын іске асыратын микроконтроллер тақтасы.
2. DHT22 (AM2302) – температура мен ауаның салыстырмалы ылғалдылығын өлшейтін цифрлық датчик.
3. Аналогтық топырақ ылғалдылығы сенсоры (probe + модуль) – топырақтағы ылғалдылық деңгейін анықтайды.
4. Мини-насос (3–6 V) – топырақ тұрмысы төмен болғанда автоматты суаруды жүзеге асырады.

Кесте 3.1 – ESP32 негізіндегі өсімдіктерге күтім жасау жүйесінің компоненттерінің параметрлері

№	Компонент	Модель / Түрі	Негізгі сипаттамалары	Мақсаты
1	Микроконтроллер	ESP32 DevKit	Екі ядролы, Wi-Fi + Bluetooth, 3.3V логикасы, 30+ GPIO	Негізгі басқарушы модуль, Telegram және датчиктермен байланыс
2	Ауа температурасы мен ылғалдылығы датчигі	DHT22 (AM2302)	Ауқымы: -40...80°C, 0–100% RH, дәлдігі ±0.5°C / ±2-5% RH	Ауа температурасы мен ылғалдылығы туралы мәліметтер жинау

3	Топырақ ылғалдылығы датчигі	Аналогтық	Шығыс сигналы: аналогты кернеу (0–3.3В), қоректендіру 3.3–5В	Топырақтың ылғалдылық деңгейін анықтау
4	Жарықтылық датчигі	LDR (фоторезистор)	Қарсылық жарыққа байланысты өзгереді, делительмен бірге қолданылады	Жарық деңгейін өлшеу
5	Насос	Мини-помпа 3–6 В	Қоректендіру: 3–6В, ток: ~100–200 мА, шығыны: ~1–2 л/мин	Топырақтың ылғалдылығы төмен болғанда автоматты суару
6	Реле	1-каналды 5В реле	Жүктемені басқару: 10А 250В АС немесе 10А 30В DC дейін	Сорғы немесе басқа атқарушы құрылғыны басқару
7	Қуат көзі	5В адаптер / Power Bank	Шығысы: 5В 2А	Жүйені қоректендіру
8	Жад (ішкі)	Flash ESP32	4 МБ дейін (тақтаға байланысты)	Қайта жүктегеннен кейін де шекті мәндерді сақтау
9	Telegram-бот	Telegram API арқылы	HTTPS арқылы жұмыс істейді, командалар: /set_, /status	Пайдаланушымен байланыс интерфейсі, параметрлерді орнату

3.2 Жүйенің жұмыс принципі

Жүйенің жұмыс істеу алгоритмі келесі кезеңдерден тұрады:

1. ESP32 іске қосылғанда, Wi-Fi модулі инициализацияланып, көрсетілген желіге қосылады.
2. Telegram-бот BotFather арқылы алынған токен көмегімен іске қосылады және дайын күйге өтеді.
3. Сенсорлар қосылып, деректерді оқу басталады:
 - Температура және ауа ылғалдылығы — DHT22[2] арқылы;
 - Топырақ ылғалдылығы — аналогты кіріске қосылған сыйымдылықты сенсор арқылы;
 - Жарықтандыру деңгейі — BH1750[5] немесе фоторезистор арқылы.
4. Ішкі логика ағымдағы мәндерді алдын ала орнатылған шекті мәндермен салыстырады.
5. Егер бір немесе бірнеше параметр нормадан тыс ауытқыса:
 - Атқарушы құрылғы іске қосылады (мысалы, сорғы 5 секундқа қосылады);
 - Telegram арқылы пайдаланушыға ескерту хабарламасы жіберіледі.
6. Пайдаланушы Telegram-бот арқылы:
 - Ағымдағы деректерді /status командасы арқылы ала алады;
 - /set_temp, /set_soil, /set_light арқылы шекті мәндерді өзгерте алады;

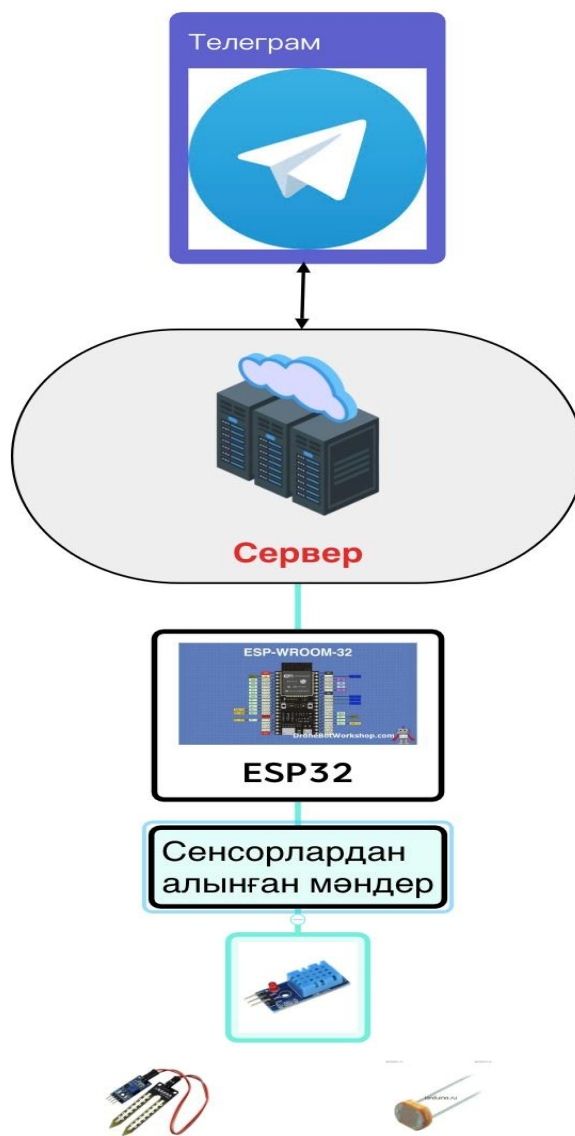
- /water_on командасы арқылы қолмен суаруды бастай алады.
- 7. Барлық пайдаланушы енгізген параметрлер энергияға тәуелді жадта (EEPROM немесе Preferences) сақталады және ESP32[1] қайта іске қосылғанда автоматты түрде қалпына келтіріледі.
Бұл жұмыс принципі жүйенің автономды жұмыс істеуін, қашықтан бақылау мен басқаруды, сенімділікті және пайдаланушы үшін ыңғайлылықты қамтамасыз етеді.

3.3 Telegram-мен өзара әрекет алгоритмі

ESP32 микроконтроллері мен Telegram-бот арасындағы өзара әрекет алгоритмі келесі ретпен ұйымдастырылған:

1. Wi-Fi желісіне қосылу:
 - ESP32 құрылғысы Wi-Fi кітапханасы арқылы желіге қосылады.
2. Telegram-ботты іске қосу:
 - BotFather арқылы алынған токен пайдаланылады;
 - UniversalTelegramBot кітапханасы немесе ESP32-ге бейімделген HTTP сұраныстары арқылы байланыс орнатылады.
3. Командаларды күту және қабылдау:
 - ESP32[1] құрылғысы әр 1–2 секунд сайын Telegram-боттағы жаңа хабарламаларды тексереді.
4. Пайдаланушы командаларын өңдеу:
 - /status – ағымдағы температура, ауа және топырақ ылғалдылығы, жарық деңгейін қайтару;
 - /set_temp XX – жаңа температура шегін орнату;
 - /set_soil XX – топырақ ылғалдылығы үшін шекті мән орнату;
 - /set_light XX – жарық деңгейінің төменгі шегін орнату;
 - /water_on – сорғыны қолмен іске қосу.
5. Сенсорлық деректерді жинау:
 - DHT22[2], топырақ сенсоры және BH1750 арқылы деректерді оқу;
 - Алынған мәліметтерді шекті мәндермен салыстыру.
6. Шешім қабылдау және хабарландыру:
 - Параметрлер нормадан ауытқыса, бот арқылы ескерту хабарламасы жіберіледі.
7. Параметрлерді сақтау:
 - Preferences кітапханасы көмегімен температура, ылғалдылық және жарық мәндері флеш-жадқа жазылады;
 - Қайта жүктегенде автоматты түрде жүктеледі.

Бұл алгоритм жүйенің нақты уақыттағы күйін Telegram арқылы қадағалауға және қашықтан басқаруға толық мүмкіндік береді.



3.2- сурет – ESP32 микроконтроллері мен Telegram-бот арасындағы өзара әрекет алгоритмі

4 ESP32-ні инициализациялау және Wi-Fi-ға қосылу

Бағдарламалық қамтудың алғашқы кезеңі — ESP32 микроконтроллерін инициализациялау, яғни құрылғыны Wi-Fi желісіне қосуға және басқа компоненттермен өзара әрекетке дайындау.

Қадамдар:

1. Қажетті кітапханаларды қосу:

- Wi-Fi және Telegram үшін:
`#include <WiFi.h>`
`#include <WiFiClientSecure.h>`
`#include <UniversalTelegramBot.h>`

2. Желі параметрлерін орнату:

- SSID (Wi-Fi атауы) және құпиясөз кодпен жазылады:
`const char* ssid = "your_wifi_name";`
`const char* password = "your_wifi_password";`

3. Wi-Fi желісіне қосылу:

- `setupWiFi()` функциясы арқылы ESP32 желіге қосылып, байланыс орнатылғанын растау үшін мониторға хабар шығарады.

```
void setupWiFi() {  
    WiFi.begin(ssid, password);  
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
        delay(500);  
        Serial.print(".");  
    }  
    Serial.println(" connected!");  
}
```

4. Telegram-ботты іске қосу:

- `BotFather` арқылы алынған токен арқылы Telegram-бот инициализацияланады.

- Осыдан кейін ESP32[1] негізгі циклге өтіп, деректер жинау, өңдеу және пайдаланушымен Telegram арқылы байланыс жүргізуге кіріседі.

Бұл кезең жүйенің интернет арқылы қашықтан басқарылуын және Telegram серверімен тұрақты байланысты қамтамасыз етеді. Ол барлық басқа функциялардың негізін қалайды: сенсорлармен жұмыс, командаларды қабылдау және хабарламалар жіберу.

4.1 Сенсорлардан деректерді жинау және өңдеу

Интеллектуалды жүйенің негізгі міндеттерінің бірі — қоршаған ортаның параметрлері туралы нақты әрі өзекті ақпаратты үнемі жинау. Бұл деректер негізінде басқару шешімдері қабылданады.

Қолданылатын сенсорлар:

1. DHT22[2] (температура және ауа ылғалдылығы):

- Цифрлық пинге (мысалы, D4) қосылады.
- DHT.h кітапханасы арқылы жұмыс істейді.
- Екі мән қайтарады: температура (°C) және салыстырмалы ылғалдылық (%).

2. Топырақ ылғалдылығының сыйымдылықты сенсоры:

- ESP32[1]-нің аналогтық кірісіне (мысалы, A0) қосылады.
- analogRead(A0) функциясы арқылы 0–4095 аралығындағы мән қайтарады.

- Бұл мән пайыз шкаласына келесі түрде түрлендіріледі:

```
float soil_percent = map(analogRead(A0), 0, 4095, 0, 100);
```

3. Жарық сенсоры (фоторезистор немесе BH1750[5]):

- Фоторезистор аналогтық кіріске (мысалы, A1) қосылады.
- BH1750[5] — I2C шинасы арқылы қосылатын цифрлық сенсор.
- Сандық мән (люкс) қайтарады.

Деректерді өңдеу ерекшеліктері:

Сигналдар миллисекундтармен бақыланатын интервал бойынша оқылады (мысалы, әр 30 секунд сайын).

Алынған мәндер алдын ала орнатылған шекті параметрлермен салыстырылады.

Шуды азайту үшін жылжымалы орташа (moving average) фильтрін немесе қарапайым логикалық салыстыру қолданылуы мүмкін.

Егер көрсеткіш нормадан ауытқыса — басқару әрекеті орындалады (мысалы, сорғыны қосу).

Бұл кезең — автоматтандырылған шешім қабылдаудың негізі. Жүйе әрбір сенсордан алынған деректі нақты интерпретациялап, әрекет алгоритмінде қолданады.

4.2 Telegram-бот командаларын өңдеу

ESP32 микроконтроллері Telegram API көмегімен бот арқылы келіп түсетін пайдаланушы командаларын қабылдап, өңдейді. Бұл жүйенің икемділігі мен пайдаланушымен кері байланысын қамтамасыз етеді.

Қолдау көрсетілетін командалар:

- /status — ағымдағы температура, ауа ылғалдылығы, топырақ ылғалдылығы және жарық деңгейін қайтару;
- /set_temp XX — температура үшін жаңа шекті мән орнату;
- /set_soil XX — топырақ ылғалдылығы үшін шек орнату;
- /set_light XX — жарық деңгейі үшін минималды мән орнату;
- /water_on — суаруды қолмен іске қосу.

Командаларды өңдеу мысалы:

```
if (text.startsWith("/set_temp")) {
```

```

int new_temp = text.substring(10).toInt();
if (new_temp >= 10 && new_temp <= 40) {
    threshold_temp = new_temp;
    bot.sendMessage(chat_id[3], "Температура шегі " + String(new_temp) + "°C
болып орнатылды", "");
} else {
    bot.sendMessage(chat_id[3], "Қате: 10 мен 40 аралығында мән енгізіңіз",
    "");
}
}

```

Қосымша мүмкіндіктер:

Қолданушыны идентификациялау:

Рұқсат етілмеген пайдаланушылардың командалары өңделмейді (chat_id арқылы);

Қате өңдеу: енгізілген деректер дұрыс болмаса, пайдаланушыға түсінікті хабарлама беріледі;

Жаңартылған параметрлер жедел жадыға жазылады және келесі циклде пайдаланылады.

Бұл компонент жүйенің интерактивті және қауіпсіз жұмысын қамтамасыз етеді. Telegram-бот арқылы пайдаланушы нақты уақыт режимінде деректерді алып, параметрлерді реттеп, жүйені басқаруға мүмкіндік алады.

4.3 Пайдаланушы параметрлерін жадта сақтау

Жүйе пайдаланушы орнатқан шекті мәндерді (мысалы, температура, топырақ ылғалдылығы және жарық шектері) энерготәуелді жадта сақтауы тиіс. Бұл параметрлер құрылғы қайта қосылғанда автоматты түрде жүктеледі және жүйе жұмысын жалғастырады.

Жад түрі:

ESP32-де бұл үшін Preferences кітапханасы пайдаланылады, ол flash-памятьке кілт-мән жұптарын қауіпсіз түрде сақтауға мүмкіндік береді.

Мысал – мәнді сақтау:

```

Preferences preferences;
preferences.begin("thresholds", false);
preferences.putInt("temp", threshold_temp);
preferences.putInt("soil", threshold_soil);
preferences.putInt("light", threshold_light);
preferences.end();

```

Мысал – мәнді оқу:

```

preferences.begin("thresholds", true);
threshold_temp = preferences.getInt("temp", 25); // Әдепкі мән — 25
threshold_soil = preferences.getInt("soil", 40);
threshold_light = preferences.getInt("light", 300);

```

preferences.end();

Артықшылықтары:

- Құрылғы тоқ көзі ажыратылғаннан кейін де параметрлер сақталады;
- Қайта іске қосқанда жүйе автоматты түрде бұрынғы күйге келеді;
- Пайдаланушы параметрлерді Telegram-бот арқылы өзгерте алады және олар бірден жадқа жазылады.

Бұл функционал жүйенің сенімділігін арттырып, пайдаланушыға жүйені қайта конфигурациялаусыз үздіксіз қолдануға мүмкіндік береді.

5 Сынақ әдістемесі

Жүйенің тұрақты және дұрыс жұмыс істейтінін тексеру мақсатында сынақ әдістемесі құрылды. Ол нақты микроклиматтық параметрлер жағдайында жүйенің жауап беруін, басқару механизмдерінің жұмысын және Telegram-бот арқылы өзара әрекет сапасын бағалауға бағытталған.

Сынақтың негізгі мақсаты:

Жүйенің сенсорлардан нақты және тұрақты деректер алуын бағалау;

Шекті мәндерден ауытқу жағдайында басқару әрекетінің орындалуын бақылау;

Telegram-боттың командаларға жауап беруін және тұрақтылығын сынау;

Энергияға тәуелді жадпен жұмыс істеу дұрыстығын тексеру.

Сынақ жүргізу кезеңдері:

1. Алғашқы конфигурация:

- ESP32 іске қосылады, Wi-Fi желісіне қосылады;
- Telegram-бот арқылы жүйемен байланыс орнатылады.

2. Нақты параметрлер енгізу:

- Температура, ылғалдылық және жарық деңгейінің шекті мәндері орнатылады;
- Бұл параметрлер EEPROM/Preferences жадына жазылады.

3. Модельдік жағдайлар жасау:

- Сенсорларға сыртқы әсер ету арқылы шекті мәндерден асу/төмендеу жағдайлары жасалады;
- Мысалы, топырақты құрғатып немесе шаммен жарық деңгейін өзгерту арқылы.

4. Жауапты бақылау:

- Сорғы іске қосыла ма;
- Telegram-бот пайдаланушыға хабарлама жібере ме;
- /status командасына жауап келе ме;
- Жүйе қайта қосылғанда параметрлер жадтан дұрыс қалпына келе ме.

5. Бірнеше қайталаулар мен жүктемелер:

- Қайталап қосу, үздіксіз жұмыс (мысалы, 12 сағат) жағдайында жүйенің тұрақтылығы тексеріледі.

Сынақтар жүйенің жұмысқа қабілеттілігін, сенімділігін және қолдануға дайын екенін растауға бағытталған.

5.1 Нәтижелерді талдау

Жүргізілген сынақтар нәтижесінде жүйенің жұмыс істеу қабілеттілігі мен функционалдық тиімділігі расталды. Тестілеу кезінде әрбір модуль мен функция жеке және кешенді түрде тексерілді.

1. Сенсорлардан алынған деректер:

- Температура мен ауа ылғалдылығы сенсору (DHT22) тұрақты және нақты деректер берді.
 - Топырақ ылғалдылығы сенсору сыртқы әсерге жылдам реакция көрсетті, деректер тұрақты және қайталанбалы болды.
 - Жарық сенсору (BH1750[5] немесе фоторезистор) күн мен жасанды жарыққа сәйкес сезімталдық танытты.
2. Telegram-бот арқылы басқару:
- Командалар сәтті қабылданып, өңделді.
 - /status, /set_temp, /water_on және басқа командалар нақты орындалды.
 - Командаларға жауап беру уақыты орта есеппен 1–2 секундты құрады, бұл жақсы көрсеткіш болып саналады.
3. Шешім қабылдау логикасы:
- Шекті мәндерден ауытқу кезінде сорғы дер кезінде іске қосылып, кейін автоматты түрде тоқтатылды.
 - Telegram арқылы хабарламалар дәл және уақытылы жіберілді.
4. Қайта қосылғаннан кейінгі жағдай:
- Барлық шекті параметрлер EEPROM жадынан қалпына келтірілді.
 - Жүйе алдын ала орнатылған режимде автоматты түрде жұмысын жалғастырды.

Осылайша, сынақ нәтижелері жүйенің нақты жағдайларға дұрыс жауап беретінін, сенімді түрде жұмыс істейтінін және пайдаланушы интерфейсі (Telegram) арқылы тиімді басқарылатынын көрсетті.

5.2 Дәлдік пен сенімділікке талдау

Жүйенің сенімділігі мен дәлдігін бағалау үшін бірнеше параметрлер бойынша салыстырмалы тестілеу жүргізілді. Мақсат - сенсорлық деректердің шынайылығын және жүйенің тұрақты әрекет ету қабілетін растау.

1. Сенсорлардың дәлдігі:
- DHT22 температураны ± 0.5 °C және ылғалдылықты $\pm 2-5\%$ дәлдікпен көрсетті. Қайта өлшеулерде деректердің ауытқуы минималды болды.
 - Топырақ ылғалдылығы сенсору үшін аналогтық көрсеткіштер сыртқы ылғал жағдайына байланысты біртіндеп өзгерді, деректер интерпретациясы дұрыс құрылды.
 - Жарық сенсору (BH1750) жарық деңгейін люкс бірлігінде беріп, сыртқы жарық өзгерісіне тез әрекет етті.
2. Жүйе сенімділігі:
- Қайта жүктеу немесе электр қуаты үзілген жағдайда, жүйе автоматты түрде іске қосылып, барлық параметрлер EEPROM жадынан дұрыс жүктелді.
 - 12 сағаттық үздіксіз жұмыс кезінде микроконтроллер және барлық модульдер тұрақты жұмыс істеді, деректер үзілмей алынды.

- Telegram-бот серверімен байланысты сақтау деңгейі жоғары болды, бот командаларға жауап беруді тоқтатпады.

3. Жүйе қателерге төзімділігі:

- Пайдаланушы қате параметр енгізсе (мысалы, шектен тыс мән), жүйе қате туралы хабарлама жіберіп, мәнді қолданған жоқ.
- Telegram-бот командаларын бірнеше пайдаланушы қатар жіберген жағдайда да жүйе бұзылмады.

Осылайша, жүргізілген сынақтар негізінде жүйе жоғары сенімділік пен жеткілікті дәлдікке ие деп қорытындыланды. Ол практикалық қолдануға жарамды және пайдаланушыға ыңғайлы құрал бола алады.

5.3 Сынақ қорытындылары

Жүргізілген сынақтардың нәтижелері интеллектуалды өсімдік күтімі жүйесінің техникалық және функционалдық жағынан сәтті жүзеге асырылғанын көрсетті.

Жүйе келесі талаптарға жауап берді:

Сенімділік — құрылғы үздіксіз ұзақ уақыт жұмыс істеуге қабілетті және жүйе қайта іске қосылғаннан кейін толық қалпына келеді.

Автономдылық — барлық негізгі әрекеттер (өлшеу, салыстыру, басқару) пайдаланушының араласуынсыз орындалады.

Қашықтан басқару — Telegram арқылы толық басқару және бақылау мүмкіндігі қамтамасыз етілді.

Дәлдік — сенсорлардан алынған деректер тұрақты және сенімді болды.

Қолдану ыңғайлылығы — жүйені баптау, командаларды беру және жүйенің жұмысын бақылау Telegram арқылы оңай жүзеге асады.

Жаңғырту мүмкіндігі — жүйеге қосымша сенсорлар мен атқарушы құрылғыларды қосу оңай.

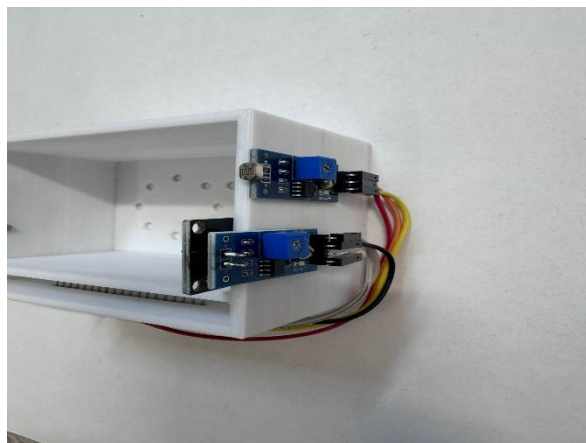
Жүйенің жұмыс қабілеттілігі мен тиімділігі практикада дәлелденді. Осы платформа негізінде әрі қарай кеңейтілетін, «ақылды үй» немесе «ақылды жылыжай» жүйелерінің толық нұсқаларын жасауға болады.



Сурет 5. 2 – Роботтың үсітенен қараған көрінісі



Сурет 5. 3 – Роботтың жанынан қараған көрінісі



Сурет 5. 3 – Роботтың қырынан қараған көрінісі

ҚОРЫТЫНДЫ

Жоба аясында өсімдіктерге күтім жасауға арналған интеллектуалды жүйе құрылып, ESP32 микроконтроллері негізінде микроклимат параметрлерін қадағалау және Telegram арқылы басқару мүмкіндігі іске асырылды. Бұл жүйе қоршаған орта параметрлерін — температураны, ауа мен топырақ ылғалдылығын, сондай-ақ жарық деңгейін нақты әрі үздіксіз бақылауға мүмкіндік беретін сенсорлармен жабдықталған. Барлық процестер пайдаланушының тікелей араласуынсыз автоматты түрде орындалып, шекті мәндерге байланысты басқару әрекеттері іске асады.

Жүйе Telegram-бот арқылы қашықтан басқару және бақылау мүмкіндігін қамтамасыз етеді, бұл өз кезегінде пайдаланушыға қолжетімді әрі ыңғайлы интерфейс ұсынады. Сонымен қатар, орнатылған шекті параметрлер энергонезависимая жадта (EEPROM) сақталып, құрылғы қайта іске қосылған жағдайда автоматты түрде қалпына келтіріледі. Жүргізілген сынақтар жүйенің тұрақты жұмыс істейтінін, сенімділігі мен қолдануға дайындығын толықтай растады.

Осы жобаның нәтижелері ақылды ауыл шаруашылығы мен үй жағдайындағы өсімдіктерге күтім жасау саласында тиімді, икемді және қолжетімді шешім ретінде қолдануға болатынын көрсетті.

Болашақта жүйені одан әрі жетілдіру мақсатында келесі бағыттар қарастырылуы мүмкін:

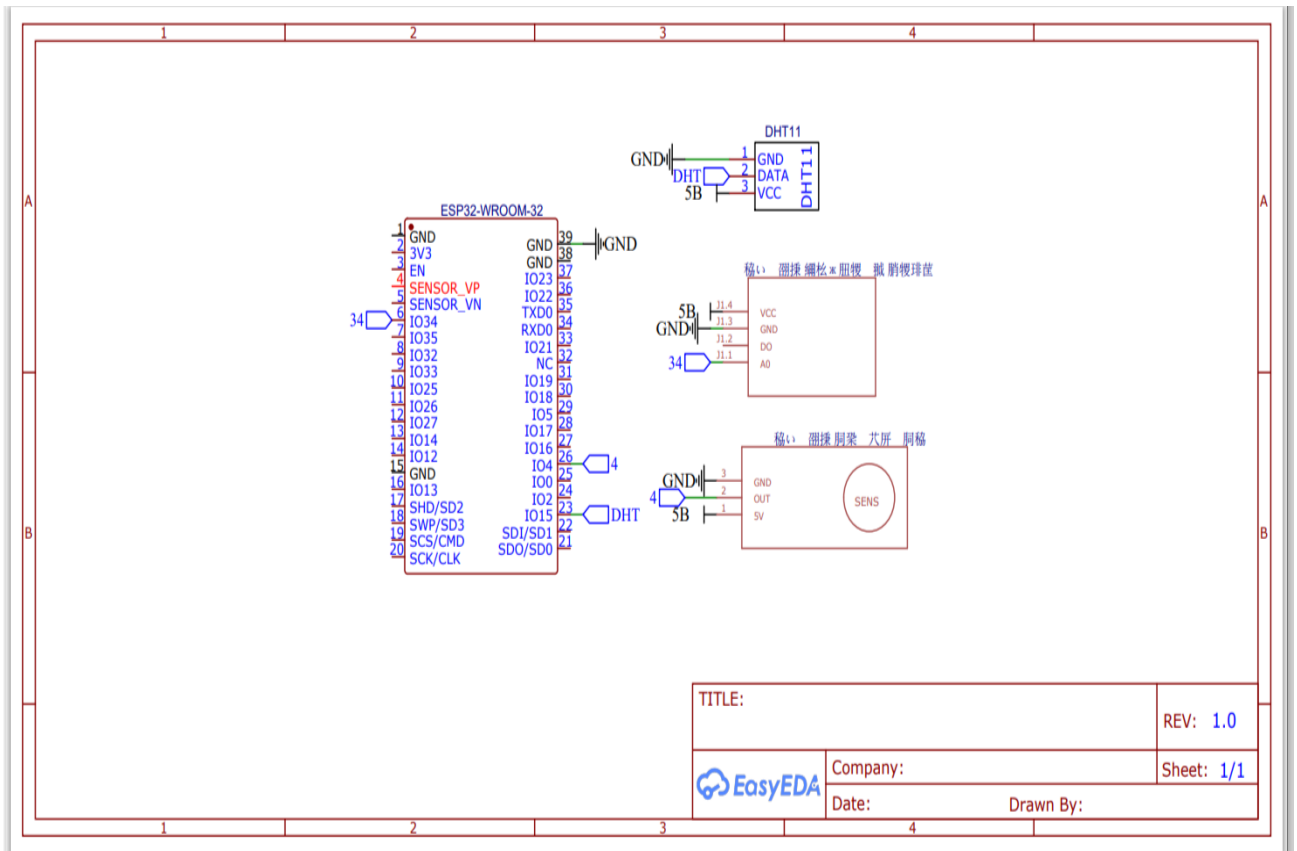
- деректерді бұлтты серверге шығарып, графикалық түрде визуализациялау;
- автоматтандырылған тыңайтқыш беру жүйесін қосу;
- дауыспен немесе мобильді қосымша арқылы басқару функцияларын енгізу;
- энергиямен қамтамасыз етуді күн панелі арқылы ұйымдастыру.

Жалпы алғанда, бұл жоба заманауи IoT технологияларын пайдалану арқылы нақты практикалық міндеттерді шешудің тиімді үлгісін көрсетті.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- [1] García, J. (2020). *ESP32 Development and Applications in IoT*. Springer.
- [2] Lee, H., & Lim, S. (2022). *Smart Farming Systems Using Embedded Devices*. IEEE Access, 10, 32564–32572.
- [3] Kumar, S., Verma, A., & Patel, R. (2021). *Smart Plant Monitoring System Using NodeMCU and Telegram Bot*. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 10(4), 123–126.
- [4] Arduino. (2023). *ESP32 WiFi Client and Bot Tutorial*. Retrieved from:
- [5] Zhao, Y., & Chen, X. (2019). *Soil Moisture Sensing with Low-Power Embedded Systems*. Sensors, MDPI, 19(12), 2717.
- [6] Islam, M.S. et al. (2020). *IoT-Based Smart Garden Monitoring System*. International Journal of Computer Applications, 176(28), 1–6.
- [7] Zhang, Q., & Wang, L. (2018). *Real-time Plant Monitoring and Automation Using Wi-Fi*. International Journal of Agricultural Technology, 14(5), 1233–1244.
- [8] BotFather. (2024). *Telegram Bot API Documentation*. Retrieved from: <https://core.telegram.org/bots/api>
- [9] John, S. & Lee, M. (2021). *Integration of Telegram Bot with IoT Applications*. International Conference on Intelligent Computing and Control, 212–219.
- [10] Espressif Systems. (2023). *ESP32 Technical Reference Manual*. Retrieved from:
- [11] Blynk Inc. (2022). *Blynk for IoT and Agriculture Projects*. Retrieved from: <https://docs.blynk.io>
- [12] Sharma, V. et al. (2020). *Implementation of Smart Greenhouse Monitoring System Using ESP32*. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), 8(6), 89–94.
- [13] Patel, D., & Joshi, R. (2019). *Use of Capacitive Soil Moisture Sensors in IoT Systems*. International Journal of Scientific Research in Engineering and Management, 7(2), 45–49.
- [14] Kumar, M., & Sharma, D. (2020). *Comparative Analysis of DHT11 and DHT22 in Smart Agriculture*. IJRTE, 8(5), 11–15.
- [15] Sahu, P. et al. (2021). *Role of IoT in Precision Agriculture: A Survey*. Journal of Agricultural Informatics, 12(3), 101–110.
- [16] Chen, Z. et al. (2022). *Adaptive Irrigation Control Using Real-Time Sensor Data*. Agricultural Water Management, 265, 107576.
- [17] Mahajan, A., & Jadhav, P. (2020). *Smart Plant Watering System Using IoT*. International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology, 6(1), 99–102.
- [18] Rana, S. et al. (2023). *Telegram-Based Control System for IoT Applications*. International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), 14(1), 233–238.
- [19] WiFiClientSecure Library. (2023). *Secure Client Connections for ESP32*. Retrieved from:

Қосымша А



Қосымша Б

Төменде ESP32 және Telegram бот негізіндегі өсімдіктерге микроклиматты басқару жүйесінің бағдарламалық коды келтірілген:

Код үзінділері

```
#include <WiFi.h>
#include <FastBot.h>
#include <EEPROM.h>
#include <DHT.h>

#define WIFI_SSID "IPhone Aki"
#define WIFI_PASS "qwerty123"
#define BOT_TOKEN "7730344313:AAGeuj18iYnqRCikgaPzS9yX4RmzvOaMtkA0"
#define CHAT_ID "7147831514"

FastBot bot(BOT_TOKEN);

#define DHTPIN 4
#define DHTTYPE DHT11
#define SOIL_MOISTURE_PIN 35
#define LIGHT_SENSOR_PIN 34

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

#define EEPROM_SIZE 64
int addrTemp = 0;
int addrHum = 4;
int addrSoil = 8;

float tempThreshold = 30.0;
float humThreshold = 70.0;
int soilThreshold = 1000;

bool waitingForThresholdUpdate = false;
String updateParam = "";

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Serial.println("Запуск системы...");

  dht.begin();
  pinMode(LIGHT_SENSOR_PIN, INPUT);

  connectWiFi();
  bot.setChatID(CHAT_ID);
  bot.attach(newMsg);
```

```

EEPROM.begin(EEPROM_SIZE);
loadThresholds();

Serial.println("Система готова.");
Serial.println("-----");
}

void loop() {
    bot.tick();
    checkSensors();
    delay(3000);
}

void newMsg(FB_msg& msg) {
    Serial.print("Получено сообщение: ");
    Serial.println(msg.text);
    Serial.print("Колбэк: ");
    Serial.println(msg.data);

    if (msg.text == "/start") {
        String menu = "Мәлімет алу\тШектерін өзгерту";
        String cb = "show,edit";
        bot.inlineMenuCallback("Әрекетті таңдаңыз:", menu, cb, msg.chatID);
        return;
    }

    if (waitingForThresholdUpdate) {
        float newVal = msg.text.toFloat();
        if (updateParam == "temp") {
            tempThreshold = newVal;
            EEPROM.put(addrTemp, tempThreshold);
            Serial.println("Обновлён порог температуры.");
        } else if (updateParam == "hum") {
            humThreshold = newVal;
            EEPROM.put(addrHum, humThreshold);
            Serial.println("Обновлён порог влажности.");
        } else if (updateParam == "soil") {
            soilThreshold = (int)newVal;
            EEPROM.put(addrSoil, soilThreshold);
            Serial.println("Обновлён порог влажности почвы.");
        }
        EEPROM.commit();
        bot.sendMessage("✔ Шектік мән өзгерді.");
        waitingForThresholdUpdate = false;
        return;
    }
}

```

```

if (msg.data == "show") {
  Serial.println("Кнопка: Мәлімет алу");
  sendSensorData();
} else if (msg.data == "edit") {
  Serial.println("Кнопка: Шектерін өзгерту");
  String m = "Температура\тҮлғалдылық\тТопырақ ылғалдылығы";
  String d = "set_temp,set_hum,set_soil";
  bot.inlineMenuCallback("Выберите параметр:", m, d, msg.chatID);
} else if (msg.data == "set_temp") {
  updateParam = "temp";
  bot.sendMessage("Жаңа ая температурасының шегін енгізіңіз (°C):");
  waitingForThresholdUpdate = true;
} else if (msg.data == "set_hum") {
  updateParam = "hum";
  bot.sendMessage("Жаңа ая ылғалдылығының шегін енгізіңіз (%):");
  waitingForThresholdUpdate = true;
} else if (msg.data == "set_soil") {
  updateParam = "soil";
  bot.sendMessage("Жаңа топырақ ылғалдылығының шегін енгізіңіз (0-4095):");
  waitingForThresholdUpdate = true;
}
}

void connectWiFi() {
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASS);
  Serial.print("Подключение к WiFi");
  int retries = 0;
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED && retries < 30) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
    retries++;
  }
  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    Serial.println("\nWiFi подключен!");
    Serial.print("IP-адрес: ");
    Serial.println(WiFi.localIP());
  } else {
    Serial.println("\nОшибка подключения. Перезагрузка...");
    ESP.restart();
  }
}

// === Датчики ===
void sendSensorData() {
  float hum = dht.readHumidity();
  float temp = dht.readTemperature();
  int soil = analogRead(SOIL_MOISTURE_PIN);
  int light = digitalRead(LIGHT_SENSOR_PIN);

```

```

Serial.println("----- Показания датчиков -----");
Serial.print("Температура: "); Serial.print(temp); Serial.println("°C");
Serial.print("Влажность: "); Serial.print(hum); Serial.println("%");
Serial.print("Почва: "); Serial.println(soil);
Serial.print("Освещённость: "); Serial.println(light == HIGH ? "Светло" : "Темно");
Serial.println("-----");

String msg = "Ауа температурасы: " + String(temp) + "°C\n\n";
msg += "Ылғалдылық: " + String(hum) + "%\n\n";
msg += "Топырақтың ылғалдылығы: " + String(soil) + "\n\n";
msg += "Жарық деңгейі: " + String((light == HIGH) ? "Жарық\n" : "Қараңғы\n");

bot.sendMessage(msg);
}

void checkSensors() {
    float hum = dht.readHumidity();
    float temp = dht.readTemperature();
    int soil = analogRead(SOIL_MOISTURE_PIN);

    Serial.println("Проверка превышения порогов...");

    if (!isnan(temp) && temp > tempThreshold) {
        String msg = "⚠ " + String(tempThreshold) + "°C" + " Температура шегінен асып кетті: " +
String(temp) + "°C";
        Serial.println(msg);
        bot.sendMessage(msg);
    }
    if (!isnan(hum) && hum > humThreshold) {
        String msg = "⚠ " + String(humThreshold) + "Ылғалдылық шегінен асып кетті: " +
String(hum) + "%";
        Serial.println(msg);
        bot.sendMessage(msg);
    }
    if (soil < soilThreshold) {
        String msg = "⚠ " + String(soilThreshold) + " Топырақ құрғап кетті: " + String(soil);
        Serial.println(msg);
        bot.sendMessage(msg);
    }
}

// === EEPROM ===
void loadThresholds() {
    EEPROM.get(addrTemp, tempThreshold);
    EEPROM.get(addrHum, humThreshold);
    EEPROM.get(addrSoil, soilThreshold);
}

```

```
if (tempThreshold < -20 || tempThreshold > 100) tempThreshold = 30.0;
if (humThreshold < 0 || humThreshold > 100) humThreshold = 70.0;
if (soilThreshold < 100 || soilThreshold > 4095) soilThreshold = 1000;
```

```
Serial.println("Загружены пороги из EEPROM:");
Serial.print("Температура: "); Serial.println(tempThreshold);
Serial.print("Влажность: "); Serial.println(humThreshold);
Serial.print("Почва: "); Serial.println(soilThreshold);
}
```

СЫН-ПІКІР

Дипломдық жұмыс тақырыбы: «Өсімдіктерге күтім жасауға арналған роботты әзірлеу»

Білім алушы: Джумабаев Акежан Арманович

Білім беру бағдарламасы: 6B07111 – Робототехника және мехатроника

Джумабаев Акежан Армановичтің дипломдық жұмысы ауыл шаруашылығы саласында өзекті болып табылатын автоматтандырылған өсімдік күтімі жүйесін жобалауға арналған. Жұмыстың құрылымы мазмұнды және бірізді: кіріспеден бастап, аналитикалық шолу, архитектураны жобалау, алгоритмдерді бағдарламалау және жүйені тестілеу кезеңдеріне дейін логикалық тұтастық сақталған.

Жобада ESP32 микроконтроллері, түрлі сенсорлар мен Telegram API-ді қолдану арқылы нақты уақыттағы бақылау мен қашықтан басқару жүзеге асырылған. Теориялық бөлімде агроавтоматтандыруға қатысты заманауи технологиялар терең талданған, ал зерттеу бөлімі нақты құрылғылар мен алгоритмдерді сипаттай отырып, қолданбалы бағытта орындалған.

Кемшіліктері: Графикалық материалдарды (сұлбалар, диаграммалар) жақсарту немесе анимациялық симуляциялар қосу арқылы жүйенің жұмыс принципін көрнекірек көрсету ұсынылады. Telegram-ботпен өзара әрекеттесу интерфейсіне мысал экран суреттері немесе нақты чат үзінділері қосылса, пайдаланушыға түсініктірек болар еді.

Жалпы алғанда, жұмыс тақырыпқа сай, мазмұнды, ғылыми және практикалық мәні жоғары. Студент зерттеу барысында алған білімдерін сәтті қолданып, өз бетінше инженерлік шешім ұсынған.

Қорытынды баға: «Өте жақсы» (А).

Сын-пікір беруші:

PhD, аға оқытушы  Алимбаева Ж.Н.

«10» 06 2025 ж.



Отчет подобия

Метаданные

Название организации

Satbayev University

Название

Өсімдіктерге күтім жасауға арналған роботты өзірлеу

Автор

Научный руководитель / Эксперт

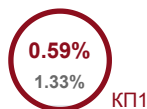
Джумабаев Акежан АрмановичЕркебулан Тулешов

Подразделение

ИАиИТ

Объем найденных подобиий

КП-ия определяют, какой процент текста по отношению к общему объему текста был найден в различных источниках.. Обратите внимание!Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



КП1

25

Длина фразы для коэффициента подобия 2



КП2

5259

Количество слов



КЦ

43650

Количество символов

Тревога

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв	Б	0
Интервалы	A→	0
Микропробелы	·	5
Белые знаки	Б	0
Парафразы (SmartMarks)	a	3

Подобия по списку источников

Ниже представлен список источников. В этом списке представлены источники из различных баз данных. Цвет текста означает в каком источнике он был найден. Эти источники и значения Коэффициента Подобия не отражают прямого плагиата. Необходимо открыть каждый источник и проанализировать содержание и правильность оформления источника.

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	https://official.satbayev.university/download/document/39456/%D0%91%D0%90%D0%9A%202024%20%D0%9E%D1%81%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%A1%D0%B0%D0%BB%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%82%20%D0%91%D0%B0%D1%83%D1%8B%D1%80%D0%B6%D0%B0%D0%BD%D2%9B%D1%8B%D0%B7%D1%8B.pdf	14 0.27 %
2	https://techworldthink.github.io/Tech-Guides/pages/esp32_bot.html	12 0.23 %

3	https://www.ijariit.com/manuscripts/v3i3/V3i3-1357.pdf	10 0.19 %
4	https://techworldthink.github.io/Tech-Guides/pages/esp32_bot.html	10 0.19 %
5	https://techworldthink.github.io/Tech-Guides/pages/esp32_bot.html	9 0.17 %
6	Comparative performance study of HC-12, nRF24L01, and XBee for vehicular communication Raman Suneetha Sri, Mohd. Fikri Azli Abdullah, Arultas Vethanayagi, Sumendra Yogarayan, Abdul Razak Siti Fatimah, Azman Afizan;	8 0.15 %
7	https://official.satbayev.university/download/document/39456/%D0%91%D0%90%D0%9A%202024%20%D0%9E%D1%81%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%A1%D0%B0%D0%BB%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%82%20%D0%91%D0%B0%D1%83%D1%8B%D1%80%D0%B6%D0%B0%D0%BD%D2%9B%D1%8B%D0%B7%D1%8B.pdf	7 0.13 %

из базы данных RefBooks (0.15 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
Источник: Paperity		
1	Comparative performance study of HC-12, nRF24L01, and XBee for vehicular communication Raman Suneetha Sri, Mohd. Fikri Azli Abdullah, Arultas Vethanayagi, Sumendra Yogarayan, Abdul Razak Siti Fatimah, Azman Afizan;	8 (1) 0.15 %

из домашней базы данных (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из программы обмена базами данных (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из интернета (1.18 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	https://techworldthink.github.io/Tech-Guides/pages/esp32_bot.html	31 (3) 0.59 %
2	https://official.satbayev.university/download/document/39456/%D0%91%D0%90%D0%9A%202024%20%D0%9E%D1%81%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%A1%D0%B0%D0%BB%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%82%20%D0%91%D0%B0%D1%83%D1%8B%D1%80%D0%B6%D0%B0%D0%BD%D2%9B%D1%8B%D0%B7%D1%8B.pdf	21 (2) 0.40 %
3	https://www.ijariit.com/manuscripts/v3i3/V3i3-1357.pdf	10 (1) 0.19 %

Список принятых фрагментов

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
	https://official.satbayev.university/download/do... ☒	21 (0.40%)
	https://www.ijariit.com/manuscripts/v3i3/V3i3-13... ☒	10 (0.19%)
	Comparative performance study of HC-12, nRF24L01... ☒	8 (0.15%)

