

Н.А. Жолдас<sup>1</sup>, Б.С. Дарибаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

## АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ НЫСАНДАРЫНЫҢ (ЖЫЛЫЖАЙЛАРДЫҢ) ӨНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ҮШІН ІОТ ЖӘНЕ BIG DATA ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНУ

*Аңдатпа*

Ауылшаруашылық секторы Қазақстан экономикасының негізі. Әлемдегі климаттың өзгерісі мен су тапшылығының күшеюі ауыл шаруашылығы облысында жаңа және жақсартылған әдістемелерді қажет етеді. Бұл саладағы негізгі мәселе өнімді жоғары деңгейде, максималды мүмкін сапада шығару. Мақалада ауылшаруашылық нысандарының өнімділігін арттыру мақсатында құрастырылған автоматтандырылған суару жүйесінің (АСЖ) үлгісінің сипаттамасы келтірілген. Мұндай жүйелер сапалы өнімді алуға, өндірістің экологиясын арттыруға және жұмсалатын ресурстардың көлемін төмендетуге бағытталған.

Жылыжайдағы желдетудің, өсімдіктерді суарудың және жарықтандырудың автоматтандырылған жүйесі уақытты, суды және жарықты тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Ауылшаруашылық нысанында ақпараттық және коммуникациялық технологиялардың қолданылуы өсімдіктер жайлы мәлімет алуда маңызды рөл атқарады. Жүйені жүзеге асыруда қолданылған аппараттық (микроконтроллер мен қосалқы құрылғылар) және бағдарламалық (мобильді қосымша) бөліктерге түсініктеме берілген.

**Түйін сөздер:** IoT, АСЖ, Arduino, датчик, Android, микроконтроллер.

*Аннотация*

Н.А. Жолдас<sup>1</sup>, Б.С. Дарибаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Казахстанский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ІОТ И BIG DATA ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АГРОКУЛЬТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ (ТЕПЛИЦ)

Аграрный сектор является основой экономики Казахстана. Глобальное изменение климата и растущая нехватка воды требуют новых и улучшенных подходов в сельском хозяйстве. Основная задача в этой области – производство продукции максимально высокого уровня и качества. В статье рассмотрены характеристики автоматизированной системы полива (АСП), разработанной с целью повышения производительности агрокультурных объектов. Такие системы направлены на получение качественной продукции, улучшение экологии производства и сокращение количества затрачиваемых ресурсов.

Автоматизированная система вентиляции, полива и освещения растений позволяет эффективно использовать время, воду и свет в теплице. Использование информационных и коммуникационных технологий в агрокультурном объекте играет важную роль в получении информации о растениях. Показаны пояснения аппаратной (микроконтроллер и другие устройства) и программной (мобильное приложение) частей, примененных в реализации системы.

**Ключевые слова:** IoT, АСП, Arduino, датчик, Android, микроконтроллер.

*Abstract*

## APPLICATION OF ІОТ AND BIG DATA TECHNOLOGIES TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL FACILITIES (GREENHOUSES)

Zholdas N.A.<sup>1</sup>, Daribayev B.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

The agricultural sector is the basis of the economy of Kazakhstan. Global climate change and growing water scarcity require new and improved agricultural approaches. The main task in this area is the production of products of the highest level and quality. The article discusses the characteristics of an automated irrigation system (AIS), designed to improve the productivity of agricultural objects. Such systems are aimed at obtaining quality products, improving the ecology of production and reducing the amount of resources spent.

An automated system of ventilation, watering and lighting of plants allows to effectively use time, water and light in the greenhouse. The use of information and communication technologies in an agricultural facility plays an important role in obtaining information about plants. Explanations of the hardware (microcontroller and other devices) and software (mobile application) parts used in the implementation of the system are shown.

**Keywords:** IoT, AIS, Arduino, sensor, Android, microcontroller.

Бүгінгі таңда автоматтандырылған жүйелерді құрастыру ең өзекті тақырыптардың бірі болып табылады. Өнеркәсіптік масштабта өндірісті автоматтандыру экономикалық тиімділікті әкелуге, өндіріс уақытын қысқартуға, адам факторының әсерінен пайда болатын қателіктерді минимумға дейін

азайтуға, сонымен бірге, бұл өндірістегі процестерге автоматтандыруды ендірілген жағдайдағы қолжетімсіз көптеген жаңа мүмкіндіктерді ашуға мүмкіндік береді.

Микроконтроллері бар тақталардың пайда болуы – микропроцессорлық техниканың дамуындағы жаңа кезеңнің басталуын білдірді [1]. Ауылшаруашылығы кешені IoT технологиясын осы саланы жүргізудің дәстүрлі әдістерін жақсартуда қолдану үшін жан-жақты зерттелген [2]. Жүйеде мобильді қосымшаның болуы басқа процестердің автоматизациясына мүмкіндік береді.

Бұл зерттеу жұмысы Arduino микроконтроллері мен қосалқы датчиктерді және Android платформасымен жұмыс істеуге арналған Android Studio құрастыру ортасын пайдалана отырып жасалынды. Arduino – қондырылған микроконтроллер және API бағдарламалық интерфейсі бар құрастыру ортасының негізінде ашық кодты платформа.

Заттар ғаламторы (IoT) – адамның адаммен немесе компьютермен байланысын талап етпей деректерді желі арқылы тасымалдау қабілеттілігіне ие өзара байланысқан есептеу құрылғыларының, механикалық және сандық машиналардың, объектілердің жүйесі.

IoT бақылау, идентификация, байланыс және басқару сияқты жүйенің түрлі утилиталарын жеңілдету мақсатында функционалдық блоктар қатарынан тұрады [3]. Ұғым тоқсаныншы жылдары физикалық денелердің өзара және сыртқы ортамен байланысы үшін енгізілді. Бүгінгі таңда бұл ұғым тек киберфизикалық жүйелер үшін ғана емес, сонымен бірге, өндіріс нысандарында да қолданылады. Заттар ғаламторында сыртқы орта жайлы ақпараттарды сандық құрылғылар оқи алатындай түрге түрлендіретін өлшеу жабдықтары маңызды рөл атқарады. Қарапайым датчиктер (мысалы, қысым, жарықтылық, температура), тұтыну есебінің жабдықтарынан бастап күрделі интегралданған өлшеу жүйелеріне дейінгі өлшеу құрылғыларының көптеген түрлері қолданылады. «Заттар ғаламторын» енгізудің тәжірибелік мәселелерінің бірі өлшеу құрылғыларының ең жоғарғы дәрежеде дербестілігін қамтамасыз ету болып табылады. Жабдықтардың дербес қоректенуін қамтамасыз ететін тиімді шешімдерді табу (фотоэлементтерді қолдану, тербеліс энергиясын түрлендіру, электр көзінің сымсыз тасымалын пайдалану) құрылғыларға ие жүйелерді қызметке шығынсыз ауқымдауға мүмкіндік береді.

### **Автоматтандырылған суару жүйесін құру қадамдары**

#### *Аппараттық бөлік*

Автоматтандырылған суару жүйесі – бұл белгілі бір аймақтағы суару мен суландыруды жүзеге асыруға қызмет ететін түрлі инженерлі-техникалық аппараттық шешімдердің және бағдарламалық қамтамалардың жиынтығы. Жүйені құрастыру кезеңдері:

- Басқару тақтасына үлгіні жинастыру. Барлық құрылғылардың байланысы үшін сымдар жалғанып, тиісті қосқыштардың қолданылды;
- Суаруды іске асыру әдісін ойластыру. Топырақ ылғалдылығының датчигі, су сорғысын қосуға арналған реле модулі қолданылды;
- Желдетуді іске асыру. Ауа температурасының датчигі, желдеткішті қосуға арналған реле модулі пайдаланылды;
- Баптау кезеңі. Қолданушының қатысуынсыз жүйенің жұмыс жасауы үшін қажетті бағдарлама кодын жазып, басқару тақтасына жүктеу;
- Топырақ ылғалдылығы мен ауа температурасының мәндерін мобильді қосымшада көрсетілетіндей басқару тақтасы мен Android бағдарламасы арасында мәлімет алмасуды іске асыру.

Топырақ ылғалдылығының датчигі үй, бау-бақша, жылыжай өсімдіктерінің жеткіліксіз түрде немесе артық мөлшерде суарылғаны жайлы мәлімет алуға мүмкіндік береді. Бұл модульді микроконтроллерге қосу арқылы өсімдіктерді, бақшаны немесе жер телімін суару процесін автоматтандыруға болады. Өндірісте топырақ ылғалдылығы датчиктерінің үш түрі қолданылады: сыйымдылықты, резистивті және жылуөткізгішті. Бұлардың әрқайсысының артықшылықтарымен қоса кемшіліктері де бар. Мысалы, сыйымдылықты датчиктерінің жұмыс істеу қағидасы ылғалдылық өзгерген жағдайда диэлектрлік тұрақтының өзгеруіне негізделген. Артықшылықтарына сұйықтық пайда болған кездегі тұрақтылығын, өзара алмасу қасиетін жатқызса болады. Жылуөткізгіш датчиктердің жұмыс істеу қағидасы құрғақ ауа мен су буларына ие ауа арасындағы жылуөткізгіштіктің өзгерісіне негізделген. Артықшылығына жоғары температурада және коррозиялық ортада жұмыс істей алу қабілеті жатады.

Ал кемшілігі – бағасының жоғары болуы. Резистивті датчиктердің жұмыс істеу қағидасы ылғалдылық өзгерген жағдайдағы кедергі мәнінің өзгерісіне негізделген. Артықшылығы – бағасының төмендігі, қашықтықтан өлшеуді жүргізу мүмкіндігі және өзара алмасу қабілеті.

Осы деректерге сүйене отырып, соңғы түрі таңдалынды. Модуль екі бөліктен тұрады: YL-69 байланыс сүңгіші және YL-38 датчигі. YL-69 сүңгішінің екі электродтарының арасында кішігірім

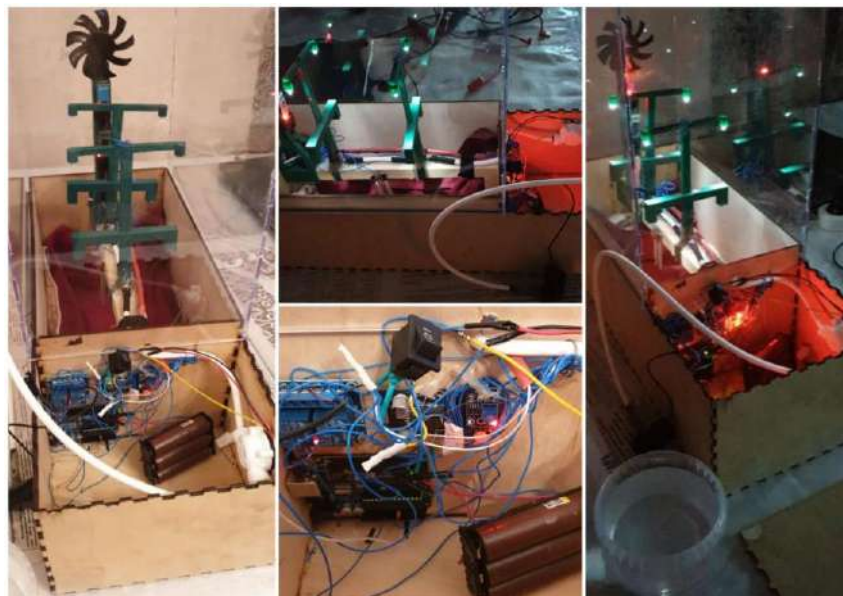
кернеу пайда болады. Егер топырақ құрғақ болса, кедергі үлкен және ток аз. Егер жер ылғал болса – кедергі азырақ, ток – көбірек.

Қорытынды аналогтық сигнал бойынша ылғалдылық деңгейін жорамалдауға болады. YL-69 сүңгіші YL-38 датчигімен екі сым арқылы байланысқан. YL-38 датчигі LM393 компараторының негізінде құрылған. Компаратор D0 шығысына келесі қағидалар бойынша кернеу бөледі: ылғал топырақ – төмен логикалық деңгей, құрғақ топырақ – жоғары логикалық деңгей. Деңгей потенциометр көмегімен реттеуге болатын шектік мән бойынша анықталады. YL-38 датчигі қоректендіру мен сандық сигнал деңгейінің бар екендігін көрсететін екі жарық диодына ие. D0 сандық шығысы мен жарық диоды деңгейінің болуы модульді контроллерге қоспай дербес түрде қолдануға мүмкіндік береді.

Бұл датчиктің техникалық сипаттамалары: жұмыс тогы  $\leq 20$  мА, шығыс кернеуі – 0-2,3 В (датчик суға толығымен батқан кезде 2,3 В болады), қоректендіру көзі – 5 В, ылғалдылық жоғары болған сайын кернеу де артады. Ауа температурасы датчигінің технологиясы жоғары сенімділікті және ұзақ мерзімді тұрақтылықты қамтамасыз етеді. Бағдарламалау барысында бұл жабдықпен жұмыс істеу үшін кітапханасын жүктеу қажет.

Термистор мен сыйымдылықты ылғалдылық датчигінен тұрады. Құрамында температураның аналогтық мәндерін түрлендіруге арналған аналогты-сандық түрлендіргіш бар. Бұл датчиктің техникалық сипаттамалары: кернеу көзі – 3-5 В аралығында болады, ток мөлшері деректерді сұрау барысында – 2,5 мА, тыныштық барысында – 100 мкА, өлшенетін температура аралығы – 0-50°C аралығында. Қуатты жүктеме мен айнаымалы токты басқару үшін реле қолданылды. Бұл механикалық әдіспен жүктеме тізбегін электромагниттің көмегімен жабатын электромеханикалық құрылғы. Электромагнитті катушкаға кернеу берілсе, металл бұтақты тартатын өріс пайда болады. Бұтақ, өз кезегінде, жүктеме контактілерін кілттейді. Arduino-ның екі датчиктермен байланысы А0 және А1 аналогтық кірістері арқылы жүреді. Датчиктердің қоректендірілуі микроконтроллер арқылы жүзеге асырылады және 5 В қорек кірісіне қосылады. Жер GND жер кірісіне қосылады. Ал су сорғымен байланысы сигналдың релеге жіберілуі арқылы жүзеге асырылады. Су сорғысын қоректендіру 12 В-ке, ал Arduino-ны қоректендіру 5 В-ке есептелгендіктен, реле, өз кезегінде, су сорғысын қоректендіреді. Реленің қосылуы 1 және 2 сандық кірістеріне жүреді. Реленің қоректендірілуі микроконтроллер арқылы іске асырылады және 5 В қорек кірісіне қосылады. Жер GND жер кірісіне қосылады.

1-ші суреттен көрініп тұрғандай, құрастырылған АСЖ-нің негізгі атқарушы бөліктері – су сорғысы мен ауа желдеткіші, ал негізгі автоматизация құраушысы – топырақ ылғалдылығының және ауа температурасының датчиктері болып табылады. Жүйе кернеу көзі берілгеннен кейін жадыда сақталған баптаулар бойынша (су сорғысын қосу/өшіру үшін ең жоғарғы/ең төменгі топырақ ылғалдылығы, ауа желдеткішін қосу/өшіру үшін температура көрсеткіштері) іске қосылады.



Сурет 1. АСЖ үлгісі

Микроконтроллер датчиктерден алынған ортаның температурасы мен топырақ ылғалдылығы жайлы ақпаратты тіркейді [4]. Датчиктердің мәндері есептеліп, қажет жағдайда құрылғылар (су

сорғысы, желдеткіш) қосылады. АСЖ-ны жасау барысында жүйеге кіретін құрамдас бөліктердің (су сорғысы, желдеткіш, топырақ ылғалдылығы мен ауа температурасын өлшегіш жабдықтар) жұмыс істеу сипаттамалары зерттелді. Жүйені іске қосқаннан кейін қысқа тұйықталуды болдырмау үшін кернеу мәні ескерілді.

#### Бағдарламалық бөлік

Бағдарламалық бөліктің жүзеге асырылуы екі бөліктен тұрады – Arduino бағдарламасы мен Android мобильді қосымшасы. Arduino – өзіндік процессоры мен жадысы бар кішігірім тақта. Тақтада бірнеше ондаған түйісу нүктелері бар.

Оларға барлық мүмкін болатын құрамдас бөліктерді, мысалы, шам, датчиктер, кішігірім қозғалтқыш, магнитті құлыптар және электр қуатымен жұмыс істейтін барлық жабдықтарды қосуға болады. Arduino құрастыру ортасы келесі бөліктерден тұратын құрастырудың интегралданған ортасын ұсынады: бағдарламалық кодтың орнатылған мәтіндік редакторы, күй туралы хабарлама шығару облыстары, консольдер және жабдықтар панелі. Бұл құрастыру ортасында жазылған бағдарлама скетч деп аталады.

2-ші суреттен көрініп тұрғандай, ауа температурасы мобильді қосымшамен берілген температурадан жоғары болса, екінші реле ауа желдеткішін іске қосады. Топырақ ылғалдылығы мобильді қосымшамен берілген мәннен төмен болса, бірінші реле су сорғысын іске қосады. Топыраққа қажетті су мөлшері жеткізілгеннен кейін су сорғысын бірінші реле модулі тоқтатады (топырақ ылғалдылығы берілген шекті мәннен жоғары болғанда). Осыған сәйкес, ауа температурасы қалыптыға келгеннен кейін екінші реле ауа желдеткішін тоқтатады (ауа температурасы берілген шекті мәннен төмен болғанда).

```
int chk;
int temperature;
chk = DHT.read(DHT11_PIN);
temperature = DHT.temperature;
delay(1000);

if(temperature>Tlimit){
    digitalWrite(relay2,HIGH);
}
else if(temperature<Tlimit){
    digitalWrite(relay2,LOW);
}
delay(1000);

pochvahumidity = analogRead(0);
if(pochvahumidity<Hlimit){
    digitalWrite(relay,HIGH);
}
else if (pochvahumidity>Hlimit){
    digitalWrite(relay,LOW);
}
String out ="T" + String(temperature) +" "+ "H" + String(pochvahumidity);
bluetooth.println(out);
```

Сурет 2. Arduino бағдарламалық кодының үзіндісі

Топырақ ылғалдылығы мен ауа температурасының Arduino-дағы нәтижелерін 3-ші суреттен көруге болады:

Type,	status,	Humidity (%)	Temperature (C)
DHT11,	OK,	37,	29
DHT11,	OK,	39,	29
DHT11,	OK,	37,	29
DHT11,	OK,	37,	29
DHT11,	OK,	37,	29
DHT11,	OK,	37,	29
DHT11,	OK,	39,	29
DHT11,	OK,	40,	29

Сурет 3. Ауа температурасы мен топырақ ылғалдылығының көрсеткіштері

Қажетті форматта деректердің тасымалын қамтамасыз ету үшін жүйе датчиктерінен мобильді қосымшаға тасымал барысындағы өңделуді қамтамасыз ету керек. Микроконтроллер мен Android мобильді қосымшасының байланысы HC-06 Bluetooth модулі арқылы жүзеге асырылды. Бұл мәлімет алмасудың ең белгілі және кең таралған әдістерінің бірі.

Модульді Arduino микроконтроллеріне қосу үшін RXD-ді бірінші пинге (TX), TXD-ні нөлінші пинге (RX), GND-ні GND-ге, VCC-ні 5V-ке жалғау керек. Бағдарлама кодын тақтаға жүктеу барысында модульдің өшіріліп тұруы қажет. Қарсы жағдайда код жазылмайды, себебі модульмен байланыс USB секілді RX және TX порттары арқылы болады. Код жазылып, модуль тақтаға қосылғаннан кейін келесі кадамға көшсе болады. 4-ші суреттен көрініп тұрғандай, егер қолжетімді Bluetooth құрылғылары болса, қосымша олардың тізімін шығарады, қарсы жағдайда байланыстың жоқтығы жайлы ескерту шығады:

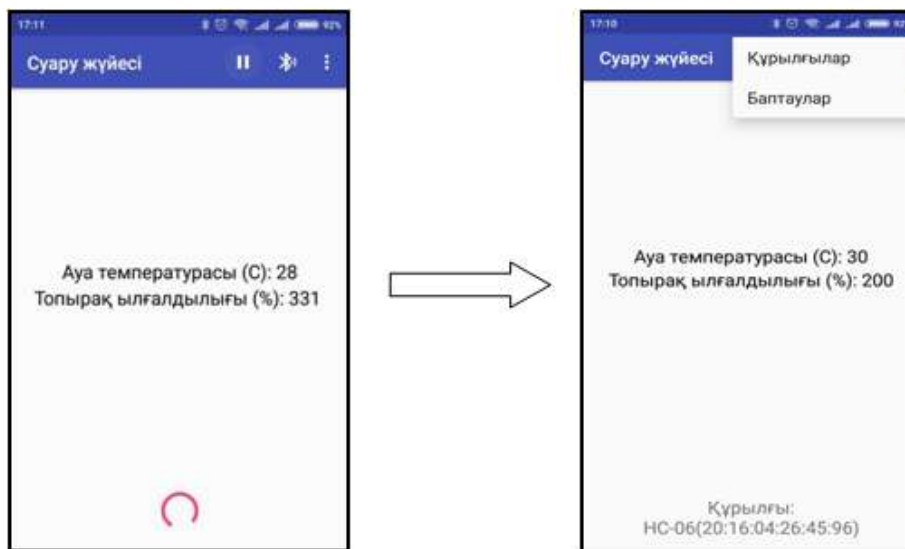
```
mBtAdapter = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();

mBtAdapter.startDiscovery();
pairedDevices = mBtAdapter.getBondedDevices();

if (pairedDevices.size() > 0) {
    for (BluetoothDevice device : pairedDevices) {
        mPairedDevicesArrayAdapter.add(device.getName() + "\n" + device.getAddress());
    }
} else {
    String noDevices = "Байланыс жоқ".toString();
    mPairedDevicesArrayAdapter.add(noDevices);
}
```

Сурет 4. Байланысты орнату

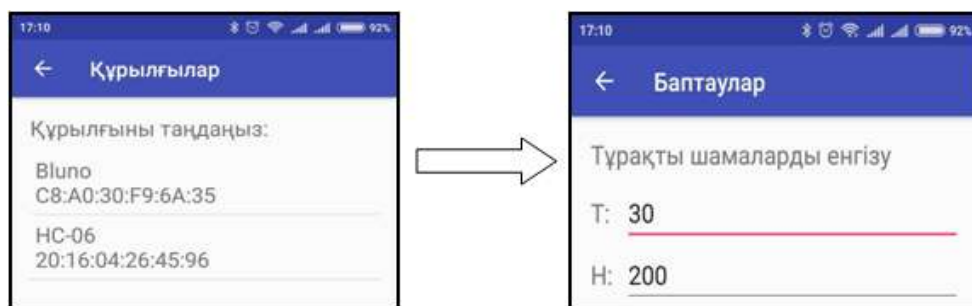
Мобильді қосымша ашылғаннан кейін қолжетімді құрылғылар ізделеді (5-ші сурет):



Сурет 5. Мобильді қосымшаның интерфейсі

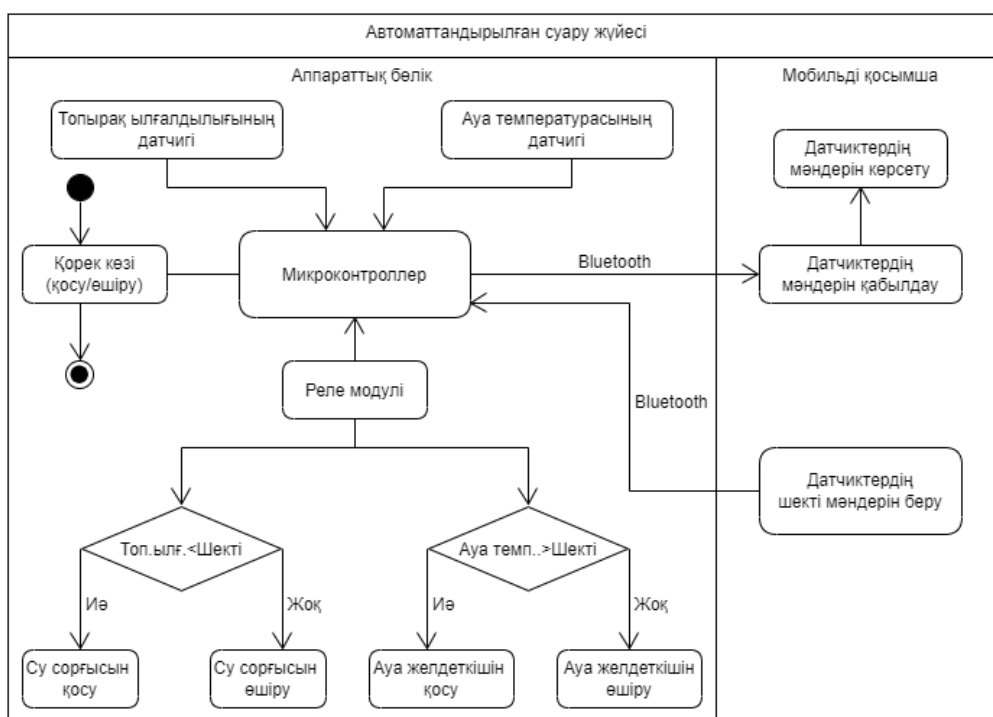
6-шы суреттен көрініп тұрғандай, «Құрылғылар» арқылы қолжетімді құрылғылардың тізімін көруге, «Баптаулар» арқылы топырақ ылғалдылығы мен ауа температурасының шекті мәндерін беруге болады.

Бұл мәндер бойынша микроконтроллер реле модулімен ауа желдеткішін және су сорғысын басқарады, яғни, топырақ ылғалдылығы датчигінің көрсеткіші қосымша арқылы берілген шекті мәннен кем болса, жүйеге су жеткізіледі, ауа температурасы датчигінің көрсеткіші қосымша арқылы берілген шекті мәннен артық болса, ауа желдеткіші қосылады.



Сурет 6. Құрылғылар тізімі және баптаулар

7-ші суретте құрастырылған АСЖ үлгісінің әрекет диаграммасы (activity diagram) көрсетілген:



Сурет 7. АСЖ үлгісінің әрекет диаграммасы (activity diagram)

Заттар ғаламторы – өзара түрлі байланыс арналары арқылы байланысқан жабдықтардың және датчиктердің жиынтығы ғана емес, адам мен құрылғының арақатынасы жүзеге асырылатын нақты және виртуалды әлемнің интеграциясы [5].

### Қорытынды

Зерттеу жұмысында АСЖ-ның аппараттық және бағдарламалық бөліктері іске асырылып, олардың арасында байланыс орнатылды. Яғни, Arduino микроконтроллері мен Android мобильді қосымшасының арасында өзара мәлімет алмасу жүзеге асырылды. Келесі қадам құрастырылған АСЖ үлгісін машиналық оқытуға үйрету.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Петин В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – 2-е изд, перераб и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 464 с.
- 2 Zhang S. and Zhang H., A review of wireless sensor networks and its applications, in: Proceeding of the IEEE International Conference on Automation and Logistics, Zhengzhou, China, 2012.
- 3 Bagha A. and Madasetti V., Internet of Things: A Hands-on Approach, Universities Press, 2015. ISBN 9788173719547
- 4 Сомер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.
- 5 Петин В.А. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 320 с.