

MUHAMMAD AL-XORAZMIY
NOMIDAGI TATU FARG'ONA FILIALI
FERGANA BRANCH OF TUIT
NAMED AFTER MUHAMMAD AL-KHORAZMI

“AL-FARG‘ONIIY AVLODLARI”

ELEKTRON ILMIY JURNALI | ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

TA'LIMDAGI ILMIY, OMMABOP VA ILMIY TADQIQOT ISHLARI



1-SON 1(5)
2024-YIL

TATU, FARG'ONA
O'ZBEKISTON



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VAZIRLIGI

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
FARG'ONA FILIALI

Muassis: Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali.

Chop etish tili: O'zbek, ingliz, rus. Jurnal texnika fanlariga ixtisoslashgan bo'lib, barcha shu sohadagi matematika, fizika, axborot texnologiyalari yo'nalishida maqolalar chop etib boradi.

Учредитель: Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразми.

Язык издания: узбекский, английский, русский.

Журнал специализируется на технических науках и публикует статьи в области математики, физики и информационных технологий.

Founder: Fergana branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khorazmi.

Language of publication: Uzbek, English, Russian.

The magazine specializes in technical sciences and publishes articles in the field of mathematics, physics, and information technology.

2024 yil, Tom 1, №1
Vol.1, Iss.1, 2024 y

ELEKTRON ILMIY JURNALI

ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

«Al-Farg'oniyl avlodlari» («The descendants of al-Fargani», «Potomki al-Fargani») O'zbekiston Respublikasi Prezidenti administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligida 2022-yil 21 dekabrda 054493-son bilan ro'yxatdan o'tgan.

Jurnal OAK Rayosatining 2023-yil 30 sentabrdagi 343-sonli qarori bilan Texnika fanlari yo'nalishida milliy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Tahririyat manzili:
151100, Farg'ona sh.,
Aeroport ko'chasi 17-uy,
202A-xona
Tel: (+99899) 998-01-42
e-mail: info@al-fargoniy.uz

Qo'lyozmalar taqrizlanmaydi va qaytarilmaydi.

FARG'ONA - 2024 YIL

TAHRIR HAY'ATI

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti rektori, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Muxtarov Farrux Muhammadovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali direktori, texnika fanlari doktori

Arjannikov Andrey Vasilevich,

Rossiya Federatsiyasi Sibir davlat universiteti professori, fizika-matematika fanlari doktori

Satibayev Abdugani Djunosovich,

Qirg'iziston Respublikasi, Osh texnologiyalari universiteti, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Rasulov Akbarali Maxamatovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Axborot texnologiyalari kafedrasida professori, fizika-matematika fanlari doktori

Yakubov Maksadxon Sultaniyazovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU «Axborot texnologiyalari» kafedrasida professori, t.f.d., professor, xalqaro axborotlashtirish fanlari Akademiyasi akademigi

G'ulomov Sherzod Rajaboyevich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kiberxavfsizlik fakulteti dekani, Ph.D., dotsent

G'aniyev Abdualil Abdualioyevich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kiberxavfsizlik fakulteti, Axborot xavfsizligi kafedrasida t.f.n., dotsent

Zaynidinov Hakimjon Nasritdinovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kompyuter injiniringi fakulteti, Sun'iy intellekt kafedrasida texnika fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Muhammadjon To'ychiyevich,

Farg'ona politexnika instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

Abdullayev Abduljabbor,

Andijon mashinosozlik instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

Qo'ldashev Abbosjon Hakimovich,

O'zbekiston milliy universiteti huzuridagi Yarimo'tkazgichlar fizikasi va mikroelektronika ilmiy-tadqiqot instituti, texnika fanlari doktori, professor

Ergashev Sirojiddin Fayazovich,

Farg'ona politexnika instituti, elektronika va asbobsozlik kafedrasida professori, texnika fanlari doktori, professor

Polvonov Baxtiyor Zaylobiddinovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha direktor o'rinbosari

Zulunov Ravshanbek Mamatovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Dasturiy injiniring kafedrasida dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi

Saliyev Nabijon,

O'zbekiston jismoniy tarbiya va sport universiteti Farg'ona filiali dotsenti

Abdullaev Temurbek Marufovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Axborot texnologiyalari kafedra mudiri, texnika fanlar bo'yicha falsafa doktori

Zokirov Sanjar Ikromjon o'g'li,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash bo'limi boshlig'i, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Jurnal quyidagi bazalarda indekslanadi:



Eslatma! Jurnal materiallari to'plamiga kiritilgan ilmiy maqolalardagi raqamlar, ma'lumotlar haqqoniyligiga va keltirilgan iqtiboslar to'g'riligiga mualliflar shaxsan javobgardirlar.

MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Umarov Shuxratjon Azizjonovich, Abduqodirov Abdulhay, AXBOROT XAVFSIZLIGI TIZIMLARINI INTELLEKTUALLASHTIRISH MASALALARI	4-10
Ахунджанов Умиджон Юнус угли, ЛОКАЛЬНАЯ КРИВИЗНА КАК СТРУКТУРНЫЙ ПРИЗНАК ВЕРИФИКАЦИИ СТАТИЧЕСКОЙ ПОДПИСИ	11-16
Liu Lingyun, Linear cryptanalysis of the SM4 block cipher algorithm	17-22
Shaxzoda Amanboyevna Anarova, Jamoliddin Sindorovich Jabbarov, Doston Naim o'g'li Muxtorov, FRAKTAL XUSUSIYATLI ORGANLARNING O'LCHOVLARINI ANIQLASH SXEMASINI ISHLAB CHIQUISH	23-28
E.M.Urinov, M.A.Umarov, O'zbek ishora tili harflarini tanib olish algoritmi	29-33
Kengboev Sirojiddin Abray ugli, MATHEMATICAL MODEL OF CALCULATION OF THE TEMPERATURE IN THE CONTACT ZONE OF INTERACTION BETWEEN THE SHUTTLE SOCKET AND THE BOBBIN OF SEWING MACHINES	34-38
Anarova Sh.A., Saidkulov E.A., Haqberdiyev S.N, ZARAFSHON DARYO TARMOG'INI GEOMETIRIK MODELLASHTIRISH	39-43
Xamrakulov Umidjon Sharabidinovich, Ashuraliyev Alisherjon Abdumalikovich, REAL VAQT REJIMIDA NOQAT'IY MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASHNING ANALITIK MODELLARINI ISHLAB CHIQUISH	44-56
Sharibayev Nosirjon Yusubjanovich, Kayumov Ahror Muminjonovich, TRIKOTAJ TO'QIMALARINING SHAKL SAQLASH XUSUSIYATLARINI RAQAMLI BAHOLASH USULLARI	57-61
Xasanova Maxinur Yuldashbayevna, Yo'ldosheva Dilfuza Shokir qizi, Burxonova Malohat Mamirovna, BAHOLASH NAZARIYASI USULI ASOSIDA AVTOMATIK TIZIMLARNI DIAGNOSTIKALASH ALGORITMLARI	62-68
Улжаев Эркин, Убайдуллаев Уткиржон, Абдулхамидов Азизжон, Нейронные технологии распознавания и классификация степени раскрытия хлопковых коробочек	69-79
Узаков Б.М., Хошимов Б. М, ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ ВИРТУАЛЬНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ	80-84
Rahmatullayev Ilhom Rahmatullayevich, Umurzakov Oybek, SHA oilasiga mansub xesh funksiyalar tahlili	85-92
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, Samatova Zarnigor Nematovna, BULUTLI TEXNOLOGIYALARDA KIBERXAVFSIZLIK TAMINLASHDA CASB YECHIMLARI	93-98
Эргашев Отабек Мирзапулатович, ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ИХ РОЛЬ В ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ	99-105
Ёркулов Руслан Махаммади угли, СОСТАВ И СТРУКТУРА МЕЖФАЗНОЙ ГРАНИЦЫ Si /Al(111) И Si/Cu(111)	106-109
Muxtarov Farrux Muhammadovich, KIBERHUQUQ VA KIBERETIKA MADANIYATINING SHAKILLANTIRISHDA "KIBERXAVFSIZLIK ASOSLARI" FANINI O'QITISHNING DOLZARBLIGI	110-115
Asrayev Muhammadmullo Abdullajon o'g'li, Kurbanov Abduraxmon Alishboyevich, Fayziyev Voxid Orzumurod o'g'li, YUZ IFODASINI ANIQLASH MODELLARINI OPTIMALLASHTIRISH: GRADIENTNI OSHIRISH VA UNING GIPERPARAMETRLARNI SOZLASH VA MUNTAZAMLASHTIRISH (REGULARIZATSIYA)DAGI AHAMIYATI	116-122
Polvonov Baxtiyor Zaylobidinovich, Xudoyberdieva Muhayyohon Zoirjon qizi, Abdubannobov Muydinjon Iqboljon o'g'li, G'ulomqodirov Xumoyun O'tkirjon o'g'li, Zaylobiddinov Bekhzod Bakhtiyarjon o'g'li, Ergasheva Gulruxsor Qobiljon qizi, DEVELOPMENT OF PRACTICAL COMPETENCES OF STUDENTS IN NANOTECHNOLOGY AND SEMICONDUCTOR PHYSICS IN HIGHER EDUCATION	123-128
Xudoyqulov Zarifjon Turakulovich, Rahmatullayev Ilhom Rahmatullayevich, Mavjud oqimli shifrlash algoritmlarining qiyosiy tahlili	129-134
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, Akhmadjonov Ikhtiyorjon Rovshanjonovich, Ergashev Otabek Mirzapulatovich, THE METHODS OF AUTOMATIC LICENSE PLATE RECOGNITION	135-141
Asrayev Muhammadmullo Abdullajon o'g'li, Fayziyev Voxid Orzumurod o'g'li, Turakulova Shaxnoza Abdurshidovna, Ermatova Zarina Qaxramonovna, Tibbiy tasvirlar ichida alohida qiziqish hududlarini (Region of interest-ROI) avtomatik aniqlash va izolyatsiya qilish	142-146
Rasulov Akbarali Makhamatovich, Ibrokhimov Nodirbek Ikromjonovich, Minamatov Yusupali Esonali ugli, Mukhtarov Farrukh Muhammadovich, BIMETALLIC CLUSTERS AND AREAS OF THEIR APPLICATION	147-150
Uzakov Barxayotjon Muxammadiyevich, Xoshimov Baxodirjon Muminjonovich, O'ZBEKISTON NEFT-GAZ KORXONALARIDA INVESTISIYA LOYIHALARINI MOLİYALASHTIRISH BO'YICHA XORIJ TAJRIBASINI O'RGANISH	151-156
Xalilov Durbek Aminovich, Abduqodirova Mohizoda Ilhomidin qizi, MASOFAVIY TA'LIM TIZIMINI TASHKIL ETISHNING TEXNIK USULLARI	157-160

MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Аллярова Гулмира Холмуратовна, Буронов Нурлибек Рустам угли, Зарипов Шухрат Собиржон угли, Исследование ионно-электронной эмиссии пленок Cs на гранях (110) и (111) монокристаллов молибдена	161-165
Jo'rayev Mansurbek Mirkomilovich, Simsiz sensor tarmoq asosida nozik sug'orish tizimlarini modeli va innovatsion loyihalar	166-172
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, Akhmadjonov Ikhtiyorjon Rovshanjonovich, Ergashev Otabek Mirzapulatovich, METHODOLOGY FOR BUILDING LICENSE PLATE RECOGNITION SYSTEMS	173-179
Abduhafizov Tohirjon Ubaydulla o'g'li, Abdurasulova Dilnoza Botirali qizi, IQTISODIY JINOYATLAR VA ULARNING OLDINI OLISH UCHUN DASTURIY MAHSULOTLAR ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQISH	180-185
Djurayev Sherzod Sobirjonovich, Ermatova Zarina Qaxramonovna, Linter qurilmasini ishchi qismlarini masofadan boshqarish va nazorat qilish orqali uning samaradorligini oshirish	186-190
Xusanova Moxira Qurbonaliyevna, Sotvoldiyeva Dildora Botirjon qizi, SIGNALLARNI STATISTIK QAYTA ISHLASH	191-195
Xalilov Durbek Aminovich, Qurbonova Gulruxsor Murodjon qizi, Axborotlashgan ta'lim muhitida talabalar mustaqil ishini tadqiqoti va metodikasini takomillashtirish	196-200

Simsiz sensor tarmoq asosida nozik sug'orish tizimlarini modeli va innovatsion loyihalar

Jo'rayev Mansurbek Mirkomilovich,
Andijon Davlat universiteti doktoranti
E-mail: jurayevmansurbek99@gmail.com

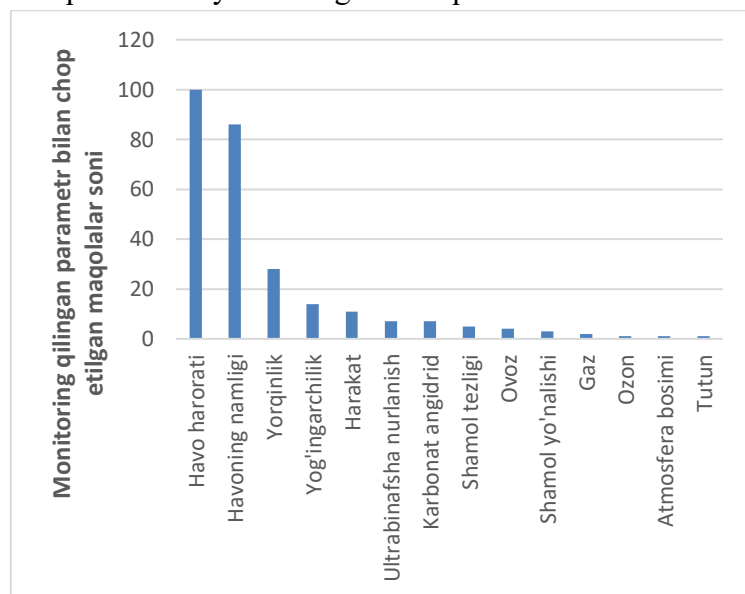
Annotatsiya. Suv zaxiralaridan tejab foydalanish bo'yicha sezilarli natijalarga erishish uchun avtomatlashtirilgan mikroprotessorli boshqaruv tizimidan foydalanish zaruriyati yuzaga keladi. Sug'orish jarayoniga avtomatlashtirilgan mikroprotessorli boshqaruv tizimini joriy qilish bu smart (aqli) sug'orish tizimini ishlab chiqish demakdir.

Kalit so'zlar: sug'orish tizimi, avtomatlashtirish, IoT, mobil ilova, sensorlar, mikrokontrollerlar, tuproq namligi, qurilma, qishloq xo'jaligi.

Kirish. Suv tanqisligi bo'lgan mamlakatlarda suvni boshqarish birinchi o'rinda turadi. Bu qishloq xo'jaligida katta miqdordagi suvdan foydalanadiganlar uchun juda foydali. Global isishning oqibatda mavjud bo'lgan suvga qarab oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish va iste'mol qilish uchun moslashish choralarini ko'rishga olib keladi. Shunday qilib, suvdan foydalanishni tejashga qaratilgan tadqiqotlar sug'orish jarayoni yil sayin takomillashib bordi. Qishloq xo'jaligini sug'orish uchun odatiy tijorat sensorlari tizimlar juda qimmatga tushadi, bu esa kichik fermerlar uchun bu turni amalga oshirish imkonni bermaydi. Biroq, suv xo'jaligini boshqarish va qishloq xo'jaligini monitoring qilishda qulay tizimlarni joriy qilish uchun ishlab chiqaruvchilar hozirda ulanishi mumkin bo'lgan arzon narxlardagi sensorlarni taklif qilmoqdalar. IoT va WSN texnologiyalaridagi so'nggi yutuqlar tufayli ushbu tizimlarni ishlab chiqishda qo'llanilishi mumkin.

Adabiyotlar tahlili. Harorat monitoringi IoT sug'orish tizimlarida ob-havo monitoringi bilan bog'liq eng keng tarqalgan parametrlardan biridir. DHT11 (Adafruit Industries, Nyu-York, NY, AQSh), DHT22 (Adafruit Industries, Nyu-York, NY, AQSh) va LM35 (Texas Instruments, Dallas, TX, AQSh) mos ravishda 3, 1 va 2 maqolalarda eng ko'p ishlatiladigan harorat sensorlari. Barcha bu sensorlar arzon sensorlardir. Bir tomondan, DHT11 va DHT22 harorat va nisbiy namlik ko'rsatkichlarini ta'minlaydi. Boshqa tomondan, LM35 va TMP-36 (Analog Devices, Norwood, MA, AQSh) kengroq harorat

diapazonlariga ega. Bu sensorlar arzon bo'lib, ulardan uzoq muddat foydalanishga taalluqli bo'lishi mumkin.

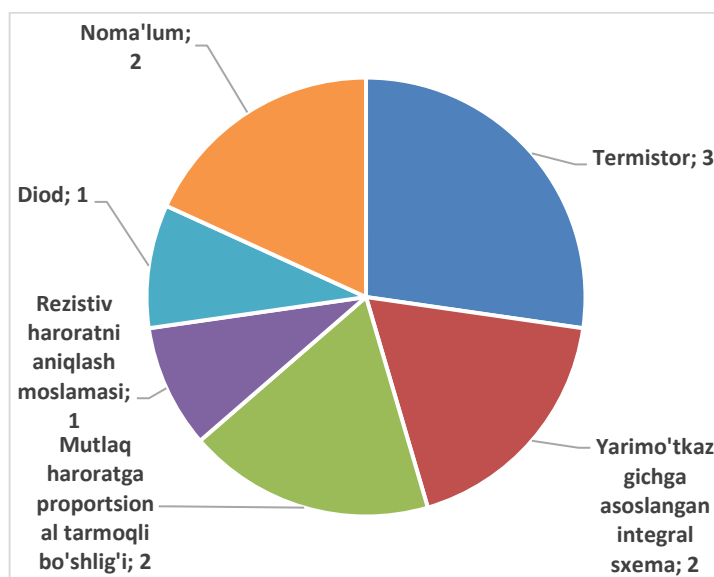


Rasm 1. Ko'p kuzatilgan ob-havo parametrlari.

Sensor turiga ko'ra, DHT11, DHT22 va AM2315 (Adafruit Industries, Nyu-York, NY, AQSh) kabi termistorlar harorat sensorlarining eng ko'p qo'llaniladigan turidir. DHT11 va DHT22 arzon narxlardagi sensorlardir. Shu bilan birga, AM2315 yuqori narxga ega bo'lib, yuqori diapazonning afzalliklari (-40 °C dan 125 °C) yuqori aniqlikka ega ($\pm 0,1$ °C). LM35 (Texas Instruments, Dallas, TX, AQSh) va DS18B20 (Maxim Integrated, San-Xose, CA, AQSh) [4] kabi yarimo'tkazgichga asoslangan integral sxemali harorat sensorlari va mutlaq harorat sensorlariga proporsional diapazon oralig'i, SH10 (Sensirion) AG, Staefa ZH, Shveytsariya) [7] va SH11



(Sensirion AG, Staefa ZH, Shveysariya) [5] turlari bo'yicha keyingi eng ko'p ishlatiladigan harorat sensorlaridir. SH10 va SH11 sensorlari harorat va nisbiy namlik ko'rsatkichlarini ta'minlaydi. Bundan tashqari, DHT11 bilan solishtirganda, ular yaxshi harorat diapazonlari va aniqligini taqdim etadi. Biroq, ular harorat diapazonlari, aniqlik va narx jihatidan DHT22 ga o'xshash. TMP36 (Analog Devices, Norwood, MA, AQSH) [6] dioddan tashkil topgan harorat sensori va EE160 (SENSOVANT, Paterna, Ispaniya) rezistiv harorat sensori hisoblanadi. FM-KWS (Dongguan Holchan Electronics Technology Co., Ltd., Dongguan, Xitoy) va BME250 (Adafruit Industries, Nyu-York, NY, AQSH) noma'lum turdagi.

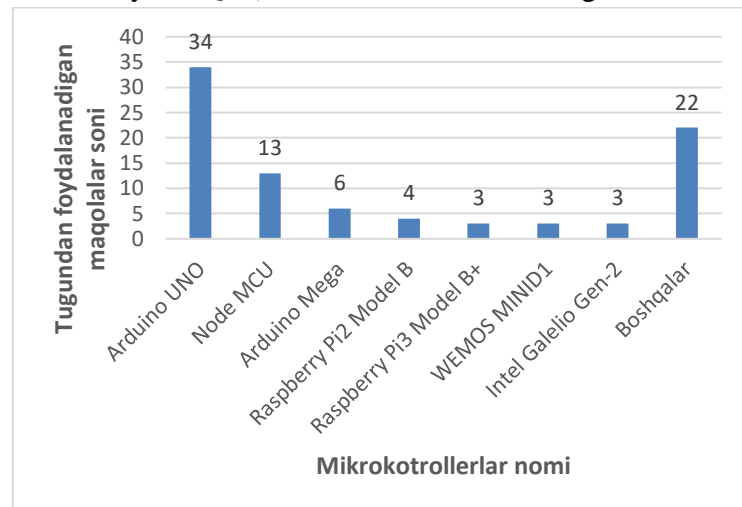


Rasm 2. Ko'pchilik tomonidan foydalanilgan harorat datchiklar turi.

IoT sug'orish tizimlari uchun eng ko'p ishlatiladigan IoT mikrokontroller haqida. Arduino platalari (Smart Projects Srl, Scarmagno, Italiya) IoT irrigatsiya tizimlarini amalga oshirish uchun eng ko'p foydalaniladigan mikrokontrollerdir. IoT irrigatsiya tizimlarida qo'llaniladigan Arduino tugunlarining turlari ko'rsatilgan. Arduino UNO va Arduino Megadan tashqari, Arduino Yun, Arduino Due va Arduino NANO boshqa IoT sug'orish takliflarida ishlatilgan.

Ba'zi boshqa mashhur platalar boshqa kompaniyalar tomonidan ishlab chiqariladi, ammo Arduino IDE yordamida dasturlashtirilishi mumkin.

Bulardan yana biri Node MCU (Espressif Systems, Shanxay, P. R. Xitoy) bo'lib, u 13 ta maqolada ishlatilgan. Boshqa platalar Wemos MINI D1 (Wemos, P. R. Xitoy) va Galileo Gen-2 (Intel, Santa Klara, Kaliforniya, AQSh) har ikkalasi ham ishlatilgan.



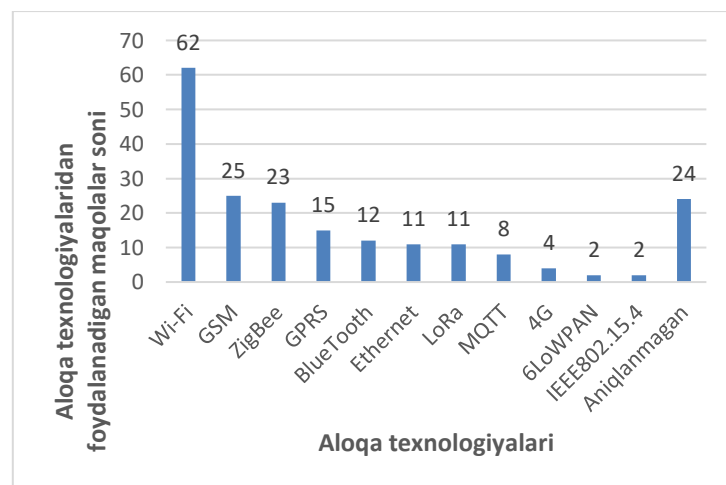
Rasm 3. IoT irrigatsiya tizimlarini amalga oshirish uchun eng ko'p ishlatiladigan tugunlar.

Modelda ketma-ket kuzatuv tizimi yordamida Thingspeak (bulut texnologiyalariga asoslangan qishloq xo'jaligi uchun ixtisoslashgan onlayn platforma) bulut texnologiyasi hisoblangan qiymatlar asosida qaror qabul qilishni nazorat qilish uchun ishlatilgan. Tizimga o'rnatilgan tuproq sensorlari orqali tuproq holati, namlik va ozuqa moddalari tarkibi haqidagi ma'lumotlar to'plansa, iqlim sensorlari orqali esa havo harorati va namlik darajasi haqidagi ma'lumotlar jamlanadi va serverlarga uzatiladi. Serverlarga uzatilgan ma'lumotlar tahlil qilinadi va tahlil qilingan axborotlar fermerga uzatiladi. Qishloq xo'jaligi maydonlarini nazorat qilishda energiya to'plovchi buyumlar interneti (EH-IoT – Energy harvesting Internet of Things) tizimi keltirib o'tilgan. Bu tizim modeli quyosh panellari orqali to'plangan energiyani ma'lum qismini tizimga sarfab, qolgan qismini zaxirada to'plab turish jarayonini o'zida akslantiradi. Bunda qishloq xo'jalik maydonlariga o'rnatilgan sensorlardan olingan tabiiy parametrlar o'lchanadi va yig'ilgan ma'lumotlar buyumlar internet (IoT) bulut tizimi orqali mikrokontroller (Arduino Uno board) va Zig-Bee moduliga yuboriladi. Bir vaqtning o'zida talab qilingan



energiya tizimga yuboriladi va qolgan qismi zaxira batareyalariga to'planishni boshlaydi. Zaxirada to'plan- gan energiya tungi vaqtda quyosh energiyasidan foydalanishni iloji bo'lmagan vaqtda foydalaniladi. Mobil qurilma yoki kompyuterlar yordamida, foydalanuvchi masofadan turib ma'lumotlarni qabul qiladi va kuzatadi. So'nggi bosqichda fermer yig'ilgan ma'lumotlar orqali olib borilishi lozim bo'lgan ishlarni (sug'orish, resurslar menejmenti, ekinlarni nazorat qilish va hokazo) olib boradi. Taklif etilayotgan sug'orish tizimi ARM mikrokontroller, mobil telefonlar, GSM moduli, sensorlar to'plami va suv nasosini boshqarish blokidan iborat. Sensorlar to'plami haroratni o'lchash sensori, namlikni o'lchash sensori, yorug'lik sensori va yomg'ir sensoridan iborat bo'lib, u dala sharoitlarini kuzatish uchun ishlatiladi, masalan, havoning harorati, tuproq namligi, quyosh yorug'ligi va yog'ingarchilik kabi ma'lumotlar yig'iladi. Smartfonga o'rnatilgan kamera orqali olingan tasvirdan tuproq namligini aniqlash uchun sug'orish dasturi ishlab chiqilgan va kameraning bir tomonida Shaffof Anti-Reaktiv Shisha (TARG) muhiti bo'lgan to'rtburchak shaklidagi qurilma tuproqqa o'rnatiladi va bu qurilmadan smartfondagi kamera orqali tasvirga olinadi. Tasvirga olingan ma'lumotlar orqali smartfonga o'rnatilgan dastur tuproq holatini tahlil qiladi. Taklif qilinayotgan sug'orish tizimidagi Global Mobil aloqa (GSM) moduli mikrokontroller va smartfon o'rtasida xabarlarini yuborish va qabul qilish uchun ishlatiladi. Turli xil sensorlardan olingan ma'lumotlar va smartfonga o'rnatilgan dastur orqali tahlil qilingan ma'lumotlarni ARM mikrokontroller qabul qiladi va shu ma'lumotlarga asosan suv nasosini qo'shish yoki o'chirish orqali sug'orish tizimini boshqaradi. ARM mikrokontroller (GSM) moduli orqali fermerga sug'orish holati to'g'risida ma'lumotlarni jo'natadi va fermer butun sug'orish holatidan xabardor bo'lib turadi. Dastlab, taklif qilingan sug'orish tizimi yopiq kameraga joylashtirilgan smartfonga o'rnatilgan android ilovasi tomonidan olingan tuproq tasvirini tahlil qilish bilan boshlanadi. Android ilova olingan rangli tasvirlarni kulrang shkaladagi rasmlarga o'zgartiradi va o'zgartirilgan kulrang shkaladagi

rasmlarning gistogramma qiymatlarini hisoblab chiqadi. Gistogrammada tizim kulrang shkaladagi tasvirdagi piksellarning umumiy soni 200 tadan ko'p va 5000 atrofida bolsa, sug'orishga hojat yo'q degan qarorga keladi. Aks holda, ya'ni gistogrammada tizim kulrang shkaladagi tasvirdagi piksellarning umumiy soni 200 tadan kam bo'lsa, tuproq quruq holatda deb hisoblanadi. Bundan tashqari, sensorlardan olingan ma'lumotlar birgalikda tahlil qilinadi.



Rasm 4. IoT irrigatsiya tizimlarini amalga oshirish uchun foydalaniladigan aloqa texnologiyalari.

ARM mikrokontroller suv nasosini o'chirish va qo'shish orqali sug'orish tizimini boshqaradi.

Materiallar va usullar. Aqlli sug'orish tizimi IoT (the Internet of things) asosidagi qurilma bo'lib, bu qurilma tuproq namligi va atmosfera holatini (masalan, yomg'ir yog'ish yoki yog'masligini) hisobga olgan holda sug'orish jarayonini amalga oshiruvchi tizim. Sug'orish jarayonini avtomatlashtirilgan mikroprotessorli boshqaruv tizimi orqali uzluksiz tuproq namligi o'lchab turiladi va natijalar maxsus mobil ilova orqali kuzatuv displeyiga uzatiladi.

Aqlli sug'orish tizimini joriy etishdan maqsad dehqonlar mehnatini, suv zaxiralaridan unumli foydalanish va gidrotexnika inshootlaridan foydalanish samaradorligini oshirishdan iborat. An'anaviy usullarda xodimlar gidrotexnik inshootlarni, ya'ni motor, nasos va shu kabi boshqalarni ishga tushirish va ularni normal ish rejimini ta'minlash jarayonini qo'lda boshqaradilar. Qo'lda boshqarish ko'p vaqt talab etadi



va boshqarish natijasini oldindan aytib bo'lmaydi. An'anaviy usulda ob-havo prognozi oldindan hisobga olinmasligi ortiqcha sug'orish suv isrofiga sabab bo'ladi. Sug'orish bo'yicha mas'ul xodim qisqa vaqt ichida hamma narsani to'liq bajara olmaydi va bu sug'orish sifatiga, qolaversa mahsulot unumdorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Shunday qilib, sug'orish jarayonini yaxshilash va boshqarishni sifatini oshirish uchun sug'orish jarayonini avtomatlashtirilgan mikroprotessorli boshqaruv tizimini va smart (aqlli) irrigatsiya tizimini yaratish zarurati paydo bo'ladi.

Aqlli sug'orish tizimi quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. Tomchilatib sug'orish: suv va o'g'itlardan foydalanishni aniq nazorat qilish imkonini beradi, bu esa ekinlarni sug'orish uchun zarur bo'lgan suv miqdorini sezilarli darajada kamaytirishga olib keladi.
2. Suv sarfini o'lchash: suv sarfi hisoblagich (schyotchik)lari yordamida suvdan foydalanishni nazorat qilish, ortiqcha suv sarfini oldini olish va istemolchi (dehqon, fermer)lar xarajatlarini kamaytirishga imkon beradi.
3. Ma'lumotlarni tahlil qilish: katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlashga mo'ljallangan dasturiy mahsulotlar iste'molchilarga taxliliv axborot natijalaridan foydalanish imkonini taqdim etadi.

Sug'orish jarayonini mikroprotessorli boshqaruv tizimining texnik ta'minoti quyidagilardan iborat bo'ladi:

- ARDUINO UNO;
- LM35 temperatura sensori;
- namlik sensori;
- servomotor;
- suv sathi sensori;
- yorug'lik sensori;
- DHT11 namlikni datchigi;
- dasturiy ta'minot.

Boshqarish qurilmasi bilan obyekt (sug'oriladigan maydon) o'rtasida Internet tarmog'i orqali axborot almashinish uchun qo'llaniladigan datchiklar, sensorli qurilmalar va dasturiy ta'minotlar majmuasi IoT (the Internet of things) qurilmasini

asosini tashkil qiladi. Ushbu elektron qurilmalar Internetga ulanish va Internet orqali boshqa turdagi o'rnatilgan (masalan, datchiklar, sensorlar) qurilmalar bilan aloqa o'rnatishi va o'zaro aloqada bo'lishi imkonini beradi. Bunda tizimni masofadan turib nazorat qilish va boshqarish mumkin.

Mashinali o'rganish (o'qish) algoritmlari vazifalarni samarali va aniq bajarish uchun an'anaviy algoritmi ishlab chiqish qiyin yoki mumkin bo'lmagan hollarda, masalan elektron pochmani filtrlash va serverni aniqlash kabi turli xil dasturlarda qo'llaniladi. Mashinali o'rganish hisoblash statistikasi bilan chambarchas bog'liq bo'lib, u kompyuter dasturlari orqali bashorat qilishga mo'ljallangan. Ma'lumotlarni izlash - bu mashinali o'rganish sohasiga tegishli sohasi bo'lib, kuzatishlarsiz o'rganish orqali ma'lumotlarni izlab topishga mo'ljallangan. Mashinali o'rganish (ML) bashorat qilishga mo'ljallangan tahlil tizimi ham deb yuritiladi.

Mamlakatda oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda qishloq xo'jaligi faoliyati uchun sug'orish asosiy ustuvor omillardan hisoblanadi. Qishloq xo'jaligi an'anaviy sug'orish usullarini qo'llagan holda o'simliklarni yetishtirish uchun butun dunyoda mavjud bo'lgan chuchuk suv zaxiralarining 85 foizidan foydalanadi va bu aholining o'sishi bilan kunlik hayotda suv resurslariga bo'lgan talabni oshiradi. Respublikada iste'mol qilinayotgan suv resurslarining 91 foizi aynan qishloq xo'jaligiga to'g'ri keladi. So'nggi o'n yil ichida yerosti suvlari darajasining asta-sekin pasayishi va yog'ingarchilikning kamayib borishi kuzatilmoqda. Bu suv resurslaridan samarali foydalanish uchun sug'orish tizimida avtomatlashtirilgan tizimdan foydalanishni talab qiladi va tadqiqotchilarning aksariyati hozirgi paytda sug'orish tizimini avtomatlashtirishni dolzarb masala qilib qo'ymoqda. Bugungi kunda qishloq xo'jaligi sohasida "Smart agriculture - aqlli qishloq xo'jaligi", "Smart farming - aqlli fermer xo'jaligini amalga oshirish" hamda "Smart irrigation - aqlli sug'orish" kabi ko'plab yangidan-yangi atamalar qo'llanilmoqda. 2017-yildan 2023-yilgacha butun dunyo bo'ylab "aqlli qishloq xo'jaligi" uchun avtomatlashtirilgan tizimlar va



texnologiyalarining kengayishi kuzatilmoqda. Bunda ayniqsa VRT (o'zgaruvchan tezlikdagi texnologiya) tizimi va GPS qabul qiluvchi qurilmalar ushbu tarmoq o'sishiga salmoqli hissa qo'shadi. "Aqlli" qishloq xo'jaligida, zamonaviy sensor texnologiyalari, hisoblash va aloqa tizimida buyumlarni internet orqali bog'lash (IoT) qishloq xo'jalik jarayonlariga qo'llaniladi. "Aqlli" qishloq xo'jaligining asosiy ustunliklari ishlab chiqarish imkoniyatlarini, tuproq unumdorligini, qishloq xo'jaligi tizimini samarali boshqarish va aholi daromadlarini oshirish imkoniyatlarini yaratishdir. "Aqlli qishloq xo'jaligi" va fermer xo'jaligini yuritish bu iqtisodiy samaradorlikni oshirish va atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirish maqsadida kenglikdagi va vaqtinchalik o'zgaruvchanlikni boshqarishdir. Bunda xo'jalikni to'liq boshqaruvida "Qaror qabul qilishga yordam ko'rsatuvchi tizimlar" ko'zda tutiladi, ya'ni resurslarni tejash yo'li bilan xarajatlarni maqbul- lashtirish orqali daromadlarni oshirish, GPS, GNSS (global navigatsion yo'ldosh tizimi), dronlar orqali olingan sur'atlar, giperspektral tasvirlardan foydalangan holda ekinlar hosili, tuproqdagi organik modda, azot va namlik miqdorlari, tuproq sho'rlanishi, suv resurslari hamda boshqa ko'rsatkichlarni xaritalash va monitoring qilish nazarda tutiladi. Smart farming – aqlli fermer xo'jaligini yuritish bu informatsion tizimlarning boshqaruvi bo'lib, qishloq xo'jaligida ishlarni maqsadli amalga oshirish uchun ma'lumotlarni to'plash, qayta ishlash, saqlash va tarqatish (targ'ibot etish)ning rejalashtirilgan tizimlari hisoblanadi. Yuqorida keltirilgan muammolar natijasida qishloq xo'jaligiga bo'ladigan salbiy ta'sirlarni anglagan holatda, "aqlli" qishloq xo'jaligiga o'tishning dolzarb masalalari va yechimlarini ko'rib o'tishimiz lozim. Tadqiqotlar va natijalar. Avstraliyadagi sug'orish ishlarini olib boruvchilarga tomchilatib sug'orish vaqti bo'yicha qisqa xabar xizmati (SMS) yuborish orqali sug'orish jadvalini tayyorlash uchun mobil telefondan foydalanishni o'rganilgan. Mikrokontrollerdan foydalangan holda tomchilatib sug'orish tizimi qishloq xo'jaligida atrof-muhit holatini kuzatish uchun aqlli sensor yordamida ishlab chiqilgan. Kasalliklarning paydo bo'lishi, harorat, nisbiy namlik va tuproq

namligi kabi holatlari doimiy ravishda kuzatib borish orqali aniqlanadi va u signal berish orqali amalga oshiriladi. Ushbu tizim tomchilatib sug'orishni real vaqt rejimida qishloq xo'jaligidan olingan fizik parametr qiymatlari yordamida tahlil qiladi. Avtomatlashtirilgan sug'orish tizimi suv resurslaridan qishloq xo'jaligida foydalanish uchun ishlab chiqilgan. Bunda tuproq namligi darajasi va haroratini o'lchash uchun datchiklar ekinlarning ildiziga yaqin yerga joylashtiriladi va simsiz axborot qurilmalarida mobil aloqa tarmog'i orqali veb-serverga olingan ma'lumotlar uzatiladi. H.Navarro, R.Martinezdel, M.Do- mingo, V.Soto va S.Torreslar datchiklar orqali tuproq namligi va maydonning atrof-muhit ma'lumotlarini tahlil qilgan holda o'simlikning haftalik sug'orish ehtiyojlarini baholash orqali sug'orishni boshqarish uchun sug'orish tizimini taklif qildilar.

Oxirgi o'n yillikda, texnologik o'zgarishlar qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqish jarayoniga o'z ta'sirini o'tkazdi. Sensor qurilmalari yordamida, fermerlar masofadan turib, yer maydonlaridagi to'yingan tuproq harorati, tuproqdagi namlik, o'simlikdagi kasalliklar haqida ma'lumotlarni bilish imkoniyati berish bo'yicha tadqiqotlar amalga oshirilgan. Olingan ma'lumotlar orqali fermerlar shu vaqtning o'zida kerakli chora va tadbirlarni olib borishi mumkin. "Aqlli" qishloq xo'jaligi tizimi orqali fermerlar buyumlar internet orqali bog'lash (IoT) yordamida yuqori ishlab chiqarish samaradorligiga erishishi mumkin. Yuqoridagi jarayonlarni amalga oshirish uchun "bulut" texnologiyalari (cloud technologies)dan ham foydalaniladi. Buyumlar internet orqali bog'lash (IoT) "bulut" texnologiyalaridan foydalanish orqali sensor uzatgan ma'lumotlar jamlanadi va uzatilgan ma'lumotlarni baholab, yuqori natijaga erishish uchun kerakli jarayonlar amalga oshiriladi. Bu kabi jarayonlarni amalda qo'llash uchun ma'lum o'lchov funksiyalari mavjud. Namlik (H) va harorat (P) ko'rsatkichlari orqali MISSENARD ko'rsatkichi funksiyasini keltirib o'tgan:

$$ET = P - 0.4 * (P - 10) \left(1 - \frac{H}{100} \right)$$



Humiture Index (Winterling 1979)
ko'rsatkichida esa, bug'lanish darajasi yordamida,
termal namlikni topish funksi- yasi keltirib o'tilgan:

$$TH = P + (D - 18) \forall P < 30^\circ \quad (3.2),$$

bu yerda, d – gazlarning bug'lanish darajasi.
Barcha jarayonlarni umumlashtirish uchun maxsus
model ishlab chiqarilishi va taklif etilayotgan
modelning ishlash jarayonini aniqlash lozim
hisoblanadi. Misol tariqasida, (3.1) da hammualliflar
yaratgan qishloq xo'jaligida internet orqali buyum-
larni bog'lash (IoT) CLAY-MIST (IoT-Cloud Enabled
CMM index for Smart Agriculture Monitoring system)
indekslarni baholash bulut modeli tavsifangan va
ushbu modelda ishlatilgan uskunalar tahlil qilingan.

Sensor to'plami quyidagilardan tashkil topishi
mumkin: harorat sensori, namlik sensori, yorug'lik
sensori, yomg'ir sensori, shamol tezligi sensori,
atmosfera bosimi sensori, havoning namligi sensori va
hokazo. Ob-havo parametrlarini o'lchash uchun
ishlatilishi mumkin bo'lgan turli xil sensorlar mavjud.
Biroq, aqlli sug'orish tizimlari mavjud bo'lib, ular
ushbu sensorlarni o'z ichiga olmaydi va meteorologiya
agentliklarining ob-havo va atrof-muhit
ma'lumotlarini taqdim etadigan Yahoo kabi veb-
serverlarga atrof-muhit haqidagi ma'lumotlarni
so'rashni tanlaydi.

Natijalar. Taklif etilayotgan sug'orish tizimi
tuproq namligi va sensorlar to'plamidan olinadigan
ma'lumotlarga asoslanib, uchta asosiy holatga
bo'linadi:

1. Tuproq ho'l holatda – Suv nasosi o'chirilgan
holatda bo'lishi kerak.
2. Tuproq quruq holatda va yomg'ir yog'ishi
mumkin – Suv nasosi o'chirilgan holatda bo'lishi
kerak.
3. Tuproq quruq holatda va yomg'ir yog'ishi
mumkin emas – Suv nasosi qo'shilgan holatida bo'lishi
kerak. Tizim doimiy ravishda olingan ma'lumotlarni
tahlil qilish asosida sug'orish tizimini avtomatik tarzda
amalga oshiradi. Sug'orish jarayonining holati vaqti-
vaqti bilan SMS orqali fermerning mobil telefoniga
yuborib turiladi.

#	Namlik birinchisi	Namlik ikkinchisi	Antena kuchi	Vaqt
1	23,0	105,0	113,0	26 сентября 2022 г. 10:27
2	18,0	236,0	308,0	26 сентября 2022 г. 9:26
3	18,0	315,0	386,0	26 сентября 2022 г. 9:23
4	9,0	305,0	376,0	26 сентября 2022 г.

5-rasm. Ma'lumotlarni smartfondagi ko'rinishi.

5-rasmdagi keltirilgan jadvalga qo'shimcha
ustunlar qo'shish mumkin bo'ladi. Aqlli sensorga
asoslangan avtomatik tomchilatib sug'orish tizimi bir
hektar maydonda amalga oshirilgan va tajriba natijalari
boshqa zamonaviy usullar bilan taqqoslaganda ancha
samarali ekanligi kuzatilgan. Smartfonning android
dasturi tuproq tasvirini oladi, tuproqning namligini
hisoblaydi va unda mavjud bo'lgan GSM moduli orqali
ma'lumotlarni mikrokontrollerga uzatadi.

Xulosa. Tizim sug'orish zarurligini
mikrokontroller tomonidan qabul qilingan qiymatlar,
masalan, sensorlar chiqishi va olingan tasvirlar
bo'yicha hal qiladi. So'nggi yillarda qishloq
xo'jaligida an'anaviy sug'orish tizimidan foydalanish
ko'plab suv sarfni talab qilmoqda. Bundan tashqari,
yomg'ir suvlari va yerosti suvlari darajasi kun sayin
pasayib bormoqda va shu bilan qishloq xo'jaligi uchun
suv resurslaridan samarali foydalanish uchun yangi
tizimlarga bo'lgan talab kuchaymoqda. Qishloq
xo'jaligida suvdan samarali foydalanish uchun fermer
xo'jaliklarini qo'llab-quvvatlaydigan tizim bo'lishi
kerak. Yuqoridagi tahlillardan shunday xulosa qilish
mumkinki, aqlli sug'orish tizimi nafaqat suv sarfni
kamaytiradi, balki fermer va dehqon xo'jaliklarining
sug'orish tizimini nazorat qilishga ketadigan vaqtini



ham tejaydi hamda qishloq xo‘jaligida samaradorlikni oshiradi.

Adabiyotlar ro‘yhati.

1. Brajovic, M.; Vujovic, S.; Dukanovic, S. An Overview of Smart Irrigation Software. In Proceedings of the 4th Mediterranean Conference on Embedded Computing, Budva, Montenegro, 14–18 June 2015.

2. Debauche, O.; El Moulal, M.; Mahmoudi, S.; Manneback, P.; Lebau, F. Irrigation Pivot-Center Connected at Low Cost for the Reduction of Crop Water Requirements. In Proceedings of the International Conference on Advanced Communication Technologies and Networking, Marrakech, Morocco, 2–4 April 2018.

3. Sensors. Available online: <https://www.mdpi.com/journal/sensors> (accessed on 18 October 2019).

4. Kumar, A.; Surendra, A.; Mohan, H.; Valliappan, K.M.; Kirthika, N. Internet of Things based Smart Irrigation using Regression Algorithm. In Proceedings of the 2017 International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICT), Kannur, India, 6–7 July 2017.

5. Khattab, A.; Abdelgawad, A.; Yelmarthi, K. Design and Implementation of a Cloud-based IoT Scheme for Precision Agriculture. In Proceedings of the 28th International Conference on Microelectronics, Giza, Egypt, 17–20 December 2016.

6. Singh, K.; Jain, S.; Andhra, V.; Sharma, S. IoT based approach for smart irrigation system suited to multiple crop cultivation. *Int. J. Eng. Res. Technol.* 2019, 12, 357–363.

7. Wu, H.; Chen, F.; Hu, H.; Liu, Q.; Ji, S. A secure system framework for an agricultural IoT application. *advances in computer science and ubiquitous computing. Lect. Notes Electr. Eng.* 2016, 421, 332–341.

8. Laura García, Lorena Parra, Jose M. Jimenez, Jaime Lloret, Pascal Lorenz. IoT-Based Smart Irrigation Systems: An Overview on the Recent Trends on Sensors and IoT Systems for Irrigation in Precision Agriculture

